**UNIVERSIDAD LATINA**

**FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**

Licenciatura en Ingeniería Civil.

Proyecto de graduación.

# "RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN EDIFICIO DEL BANCO NACIONAL DE COSTA RICA APLICANDO ASPECTOS DEL DISEÑO SOSTENIBLE REGENERATIVO"

Alonso Albino Vindas Pérez

**Heredia, mayo 2017**

# COMITÉ ASESOR

**ING. ALBERTO GONZÁLEZ SOLERA**

**TUTOR**

**ING. GERARDO HUMBERTO HERNÁNDEZ GÓMEZ**

**LECTOR**

**ING. JOSÉ MARÍA ULATE ZÁRATE**

**REPRESENTANTE DE RECTORÍA**

UNIVERSIDAD LATINA DE COSTA RICA
LAUREATE INTERNATIONAL UNIVERSITIES®

## TRIBUNAL EXAMINADOR

Este proyecto titulado: "Recomendaciones para el diseño y construcción de un edificio del Banco Nacional de Costa Rica aplicando aspectos del diseño sostenible regenerativo", presentado por el estudiante: Alonso Albino Vindas Pérez, fue aprobado por el Tribunal Examinador de la carrera de Licenciatura en Ingeniería Civil de la Universidad Latina, Sede Heredia, como requisito para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Civil:

**ING. ALBERTO GONZÁLEZ SOLERA**

**TUTOR**

**ING. GERARDO HUMBERTO HERNÁNDEZ GÓMEZ**

**LECTOR**

**ING. JOSÉ MARÍA ULATE ZÁRATE**

**REPRESENTANTE DE RECTORÍA**

## Agradecimiento

Primero agradecer a Dios por darme las capacidades para finalizar este proceso de educación en el cual he encontrado mi pasión por la ingeniería y la sostenibilidad, agradezco a mi familia por el incondicional apoyo en todo momento durante mi carrera y agradecer a mis profesores y amigos que me acompañaron durante los años de educación.

Agradezco a mi tutor el Ing. Alberto González Solera y a mi lector el Ing. Gerardo Hernández Gómez por el apoyo y consejo en la elaboración de mi proyecto de graduación y a la Universidad Latina de Costa Rica por todos los años de educación y experiencias que me han formado como ingeniero.

Especial agradecimiento al Ing. Roberto Meza quien fue la persona que me dirigió a investigar sobre el tema del Diseño Regenerativo.

Finalmente, agradecer al Banco Nacional, institución que me abrió las puertas para realizar la propuesta de la implementación de mi proyecto de graduación.

## Dedicatoria

Dedicado de manera especial a mi familia quien ha sido mi inspiración y mi apoyo a superarme y alcanzar mis metas, a mi novia quien me ha acompañado en el proceso de finalización de mi carrera. Dedico mi proyecto de graduación a todas aquellas personas interesadas por el tema de la sostenibilidad, quienes trabajan por lograr que la ingeniería permita que las futuras generaciones cuenten con los recursos necesarios para asegurar una buena calidad de vida.

## Resumen

En reacción a la preocupación por la contaminación generada por el sector de la construcción, se realiza una investigación sobre los fundamentos planteados por el Diseño Regenerativo aplicados al desarrollo de proyectos que aporten un impacto positivo al ambiente y a los seres humanos. Se analizan varias herramientas para desarrollar la metodología y se describe el sistema de certificación del Desafío del Edificio Vivo (Living Building Challenge), el cual guía a implementar la teoría regenerativa. Se describen diferentes proyectos realizados en Norteamérica y Costa Rica, los cuales han aplicado los principios de un Diseño Regenerativo. Se realiza un análisis de la legislación existente en Costa Rica la cual pueda ser influyente en el desarrollo de un proyecto que implemente el Diseño Regenerativo y se describe la forma en la que se inicia un proyecto de construcción en el Banco Nacional de Costa Rica, para finalmente generar recomendaciones a implementar en los proyectos partiendo de la teoría, las herramientas y los ejemplos analizados.

Palabras clave: Diseño Regenerativo, construcción sostenible, Banco Nacional, impacto positivo, Desafío del Edificio Vivo.

## Summary

In reaction to the concern for pollution generated by the construction sector, this research is carried out on the fundamentals of regenerative design applied to the development of projects that have a positive impact on the environment and on human beings. Several tools are analyzed to develop the methodology including the certification system Living Building Challenge which guide to use the regenerative theory. Different projects in North America and Costa Rica, which have applied the principles of a Regenerative Design are described. An analysis of existing legislation in Costa Rica is carried out which may be influential in the development of a project that implements regenerative design, a description about the way in which a construction project is initiated at the Banco Nacional of Costa Rica to finally generate recommendations to implement in the projects based on the theory, tools and examples analyzed.

Keywords: Regenerative Design, sustainable construction, Banco Nacional, Net positive, Desafío del Edificio Vivo.

# Índice

Agradecimiento ..... i

Dedicatoria ..... iv

Resumen ..... v

Summary ..... v

1. Introducción ..... 1

1.1 Antecedentes ..... 1

1.2 Contexto ..... 4

1.2.1 Contexto geográfico ..... 4

1.2.2 Contexto temporal ..... 4

1.2.3 Contexto especifico ..... 5

1.3 Planteamiento del problema ..... 6

1.4 Objetivos ..... 6

1.4.1 Objetivo general ..... 6

1.4.2 Objetivos específicos ..... 6

1.5 Justificación ..... 7

1.6 Alcance ..... 7

1.7 Limitaciones ..... 7

1.8 Impacto ..... 7

1.9 Marco metodológico ..... 8

2. Diseño Regenerativo ..... 9

2.1 Ideas específicas del Diseño Regenerativo planteadas por el Grupo Regenesis ..... 11

2.1.1 La Regeneración como promotor de la evolución ..... 12

2.1.2 Diseño y Desarrollo ..... 13

2.1.3 El sitio como núcleo ..... 13

2.1.4 Patrones ..... 14

2.1.5 Poder de la historia ..... 14

2.1.6 Potencial ..... 14

2.2 Metodología para un Diseño Regenerativo ..... 15

2.2.1 Etapas para desarrollar un Diseño Regenerativo ..... 16

2.3 Construcción Sostenible ..... 17

2.3.1 Aspectos a Considerar ..... 20

5. Proceso para la construcción o remodelación de un edificio del Banco Nacional ..... 21

4. Herramientas ..... 23

4.1 REGEN ..... 23

4.2 LENSES (Living Environments in Natural, Social and Economic Systems) ..... 27

4.2.1 El lente de las bases ..... 28

4.2.2 El lente de los flujos ..... 29

4.2.3 El lente de la vitalidad ..... 30

4.3 My Sidewalk ..... 31

4.4 Desafío del Edificio Vivo (Living Building Challenge) ..... 33

4.4.1 Pétalos del Desafío del Edificio Vivo ..... 37

5. Ejemplos de proyectos regenerativos ..... 47

5.1 Playa Viva ..... 47

5.2 La Ecovilla ..... 52

5.3 Bullitt Center ..... 54

5.4 CIRS (Centre for Interactive Research on Sustainability) ..... 63

6. Legislación vigente en Costa Rica, relacionada en el proceso del diseño de una edificación utilizando Desarrollo Regenerativo ..... 71

6.1 Ley 7600 y Reglamento de Ley de igualdad de oportunidades para las personas con discapacidad ..... 71

6.2 Ley 7575. Ley Forestal ..... 71

6.3 Ley 276. Ley de Aguas ..... 72

6.4 Ley 8228 Bomberos ..... 72

6.5 Ley 7554. Ley Orgánica del Ambiente ..... 73

6.6 Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales ..... 73

6.7 Reglamento de Generación distribuida para autoconsumo con fuentes renovables modelo de contratación medición neta sencilla ..... 76

7. Recomendaciones para implementar el Diseño Regenerativo en los proyectos del Banco Nacional ..... 78

7.1 Proceso de planeación y diseño ..... 78

7.2 Proceso de construcción ..... 84

7.3 Operación ..... 85

8. Conclusiones ..... 87

9. Recomendaciones ..... 89

Bibliografía ..... **¡Error! Marcador no definido.**

Anexo 1. Entrevista a la Unidad de Compras de Construcción del Banco Nacional ..... 93

## Índice de figuras

Figura 1. Mapa del área de estudio del Diseño Regenerativo ..... 11
Figura 2: Niveles de trabajo ..... 12
Figura 3. Gráfico de Impacto de un edificio según metodología de desarrollo ..... 19
Figura 4. Estructura de la herramienta REGEN ..... 24
Figura 5. Estructura de la herramienta REGEN con información del proyecto ..... 25
Figura 6. Estructura de la herramienta REGEN con la red de interconexiones entre componentes ..... 26
Figura 7. Lente de las bases ..... 28
Figura 8. Lente de los flujos ..... 29
Figura 9. Lente de la vitalidad ..... 30
Figura 10. Matriz de los pétalos, imperativos y tipologías del Desafío del Edificio Vivo 3.1 ..... 35
Figura 11. Transectos ..... 36
Figura 12. Master Plan proyecto Playa Viva ..... 48
Figura 13. Imágenes del proyecto Playa Viva ..... 50
Figura 14. Imágenes del proyecto Playa Viva ..... 52
Figura 15.Sistema de calentamiento hidráulico Bullitt Center ..... 55
Figura 16.Sistema paneles fotovoltaicos Bullitt Center ..... 56
Figura 17.losas sanitarias sin agua Bullitt Center ..... 57
Figura 18.Drenaje tipo humedal de aguas Bullitt Center ..... 58
Figura 19. Sistema paneles fotovoltaicos Bullitt Center ..... 59
Figura 20.Sistema paneles fotovoltaicos Bullitt Center ..... 60
Figura 21. Fachada Bullitt Center ..... 62
Figura 22: Control de Producción y consumo de energía Bullitt Center ..... 62
Figura 23. Control de recolección y consumo de aguas llovidas Bullitt Center ..... 63
Figura 24.Fachada CIRS ..... 64
Figura 25. Corte de distribución edificio CIRS ..... 65
Figura 26. Balance de dióxido de carbono construcción del CIRS ..... 66
Figura 27. Pared verde en las diferentes temporadas del año CIRS ..... 69
Figura 28. Etiqueta Declare para productos ..... 80

Figura 29. Gráfico de disponibilidad de irradiación solar durante un día soleado..... 81

Índice de tablas

Tabla 1. Diferencias entre el Desafío del Edificio Vivo y otros sistemas de certificación . 34
Tabla 2. Lista Roja de materiales y químicos tóxicos ..... 41
Tabla 3. Lista Roja de materiales y químicos tóxicos ..... 43
Tabla 4: Requerimientos por transecto respecto a la escala y espacios humanos ..... 44
Tabla 5. Imperativos auditados según etapa ..... 46
Tabla 6.Límites de parámetros de análisis de aguas residuales vertidas al alcantarillado .. 74
Tabla 7. Límites de parámetros de análisis de aguas residuales vertidas a un cuerpo receptor ..... 74
Tabla 8. Límite de paramentos de análisis según tipo de reuso ..... 75

# 1. Introducción

## 1.1 Antecedentes

La preocupación por el daño al ambiente producto del desarrollo del ser humano ha venido en aumento en las últimas décadas, el daño generado por la actividad humana se expone a la vista de todos en el momento en el que se popularizan esfuerzos como por ejemplo en el año 1960 cuando la frase Reducir, Reusar, Reciclar surge para motivar a las personas a implementar estas acciones en pro de reducir la contaminación que el consumismo empezaba a generar. Otro ejemplo es en el año 2006 cuando se lanza el documental "The Inconvenient Truth" acerca de la campaña del Ex vicepresidente Al Gore en donde se expone visualmente el daño generado al ambiente, el calentamiento global y sus consecuencias; y por último, más recientemente y de forma similar al documental anterior, "Before the Flood" un documental de Leonardo Di Caprio en conjunto con National Geographic donde se expone claramente los efectos de la actividad humana y la afectación al ambiente a cambio del desarrollo.

A nivel mundial, los edificios utilizan cerca del 40% de la energía global, el 25% del agua y el 40% de los recursos del mundo, además son los responsables de un tercio de las emisiones de gases de efecto invernadero. Los edificios representan aproximadamente el 10% del producto interno bruto mundial y es el lugar de empleo de 111 millones de personas, por esta razón el sector de la construcción debe focalizar esfuerzos y utilizar la tecnología actual para desarrollar proyectos sostenibles, haciendo esto puede alcanzar una reducción en el consumo de energía entre un 30% y un 80%. (United Nations Environment Programme, 2012)

Aproximadamente, en el año 1993, con la intención de promover la construcción con un enfoque de sostenibilidad, surge el U.S. Green Building Council (USGBC) creando un espacio para compartir ideas, recomendaciones, herramientas y aspectos a considerar, que involucraran a la industria de la construcción con la preservación del ambiente, para que posteriormente en el año 2000, toda esta información se convirtiera en un sistema internacional de evaluación para edificaciones verdes, convirtiéndose en los próximos años en el sistema de evaluación más reconocido a nivel mundial. LEED

(Leadership in Energy and Environmental Design) es el certificado que se adquiere al obtener una cierta de cantidad de créditos basados en una guía de aspectos a considerar en la construcción y diseño de una edificación; el que, según la puntuación obtenida, se obtiene un nivel de certificación, Green, Silver, Gold y Platinum, siendo esta última, la puntuación más alta (USGBC, 2017). Además de este sistema de evaluación, surgen otros en diferentes lugares del mundo como BREEAM en Reino Unido, CASBEE en Japón y HQE de Francia; los cuales han promovido el cambio hacia prácticas de construcción sostenible.

El término Regenerativo es propuesto inicialmente en 1994 por el arquitecto John Tillman Lyle en su libro "Regenerative Design For Sustainable Development". Posteriormente, y el que será más analizado en esta investigación, el propuesto por el Grupo Regenesis, fundado en 1995 como una coalición de profesionales con el objetivo de transformar el desarrollo de la industria en un esfuerzo para contribuir en el bienestar del planeta en el que vivimos. Este grupo es motivado por la constante búsqueda de una solución al creciente desarrollo del ser humano divorciado de la naturaleza, por lo que el fundamento principal del Desarrollo Regenerativo es la integración y la activa participación de todos los involucrados en un proyecto, considerando significativamente a la naturaleza para lograr proyectos que desarrollen fuertes lazos entre las personas, la naturaleza y la infraestructura (Regenesis Group. Inc, 2016). Como lo expone Mang y Haggard (2016): "Los grandes desafíos mundiales de nuestro tiempo solo podrán ser resueltos mediante la adopción generalizada de prácticas de diseño capaces de evaluar y responder a la complejidad de la vida de nuestro mundo actual". (pp. 507-508)

Existen diferentes proyectos desarrollados bajo esta modalidad, dentro de los cuales vale la pena mencionar el Centro de Investigación en Sostenibilidad CIRS por sus siglas en inglés, ubicado en Vancouver, Canadá dentro de las instalaciones de la Universidad de la Columbia Británica (UBC). Este edificio fue finalizado en el 2011 y desde entonces es un centro de investigación para el desarrollo de prácticas sostenibles (University of British Columbia, 2016). La escuela de Willow en Gladstone New Jersey es otro ejemplo. Esta escuela fue fundada con el propósito de combinar la enseñanza académica con la educación de prácticas sostenibles y el contacto con la naturaleza. (Regenesis Group. Inc, 2016)

El resort y residencias Playa Viva es otro proyecto concebido como regenerativo, es una comunidad ubicada al sur de Zihuatanejo México, la cual integra la comunidad y la infraestructura del resort con la naturaleza, las personas del pueblo y la historia del lugar. (Regenesis Group. Inc, 2016)

En Costa Rica, existen proyectos con un enfoque muy similar al Desarrollo Regenerativo, dentro de los cuales se pueden mencionar los hoteles de la cadena Cayuga, los cuales se han enfocado en dar a sus clientes una experiencia confortable en contacto con la naturaleza, de una forma responsable y sostenible, recientemente ganadores de un reconocimiento de National Geographic llamado World Legacy (Cayuga Hospitality, 2017). Otro proyecto similar es La Ecovilla, una comunidad internacional basada principalmente en la permacultura, este desarrollo permite que sus habitantes tengan un contacto directo con la naturaleza, un sentido de responsabilidad y compromiso con su entorno y su comunidad, aplicando las mejores prácticas constructivas. El proyecto cuenta con una escuela para niños en la cual la mensualidad permite dar educación a niños de la zona sin la posibilidad de pagar la educación. Por las condiciones del sitio, dentro del proyecto se cultivan frutas y verduras que semanalmente son compartidos con todos los habitantes, haciendo que la comunidad sea más unida y comprometida con el ambiente. (La Ecovilla, 2017)

Costa Rica es un país tropical con un relieve montañoso que le permite tener diferencias de clima en una corta extensión de terreno. El Banco Nacional es una de las instituciones bancarias predominantes del país y con una cobertura considerable de sucursales, por lo que se puede afirmar que esta institución posee infraestructura en todos los diferentes climas de Costa Rica.

## 1.2 Contexto

### 1.2.1 Contexto geográfico

Costa Rica se encuentra ubicado en una zona considerada como tropical, comprendida entre los paralelos 23´ y 30´ en ambas direcciones, Norte y Sur del paralelo 0 o Ecuador. Se considera una zona con un clima de fuertes lluvias y altas temperaturas. Esta zona alberga cerca del 35% del área del planeta y cerca de la mitad de la población mundial. (Bruno & Jimena , 2006)

La zona donde se ubica Costa Rica se caracteriza por tener vegetación exuberante y extensiva, lo que genera una gran humedad constante, una precipitación que oscila entre los 1000 y 6000 mm por año y una temperatura de 23°C (Bruno & Jimena , 2006). Todo este contexto propicia las condiciones para desarrollar una estrecha relación entre los seres humanos y la naturaleza, a diferencia de otras regiones donde el clima es agresivo y demanda de muy buena preparación para afrontar las estaciones. El país en específico, cuenta con una época lluviosa y una época seca.

Para el proyecto, la aplicación de las recomendaciones a generar será para edificios en el Valle Central. De acuerdo con el Instituto Meteorológico de Costa Rica, es la zona que concentra la mayor cantidad de población del país y se encuentra delimitada por cordilleras volcánicas y cadenas de montañas, lo que genera un clima templado con influencias de los vientos alisios del Caribe y los vientos suroestes o ecuatoriales. (Instituto Metereológico de Costa Rica, 2016)

### 1.2.2 Contexto temporal

Como lo indica el Secretario General de las Naciones Unidas, Ban Ki-moon, “El cambio climático es actualmente el principal problema ambiental y uno de los mayores desafíos de nuestro tiempo…Ningún país es inmune a los efectos del cambio climático, que ya repercuten en la economía, la salud, la seguridad y la producción de alimentos, entre otros”. (United Nations Environment Programme, 2012)

Costa Rica asumió el compromiso de alcanzar la meta de carbono neutralidad para el año 2021 mediante La Estrategia Nacional de Cambio Climático, la cual es una iniciativa gubernamental que plantea estrategias de mitigación de gases de efecto invernadero, el desarrollo de capacidades, la transferencia de tecnología, la sensibilización pública y la creación de cultura y cambio de hábitos de consumo. Como planta esta dirección, los sectores relacionados con la construcción son muy influyentes en el logro de esta meta, por lo que es fundamental generar un cambio y proponer soluciones propiamente en dicha área, que colabore al país a lograr esta meta. (Dirección de Cambio Climático, 2016)

### 1.2.3 Contexto especifico

El Banco Nacional actualmente está comprometido con la meta de carbono neutralidad propuesta por el gobierno, pero además el Banco dentro de sus objetivos estratégicos contempla el compromiso con el ambiente, en el que ha incorporado una serie de medidas para reducir el impacto en su operativa y recientemente ha demostrado su interés por cambiar la modalidad de construcción de sus edificios, incursionando en la certificación CEEDA para su próximo Data Center. Esta certificación reconoce la implementación de prácticas de eficiencia energética. Una vez obtenido este reconocimiento, será la primera institución financiera en América Latina en certificar su data center con este sistema de medición. (Datacenter Dynamics, 2016)

Adicionalmente, el Banco Nacional dentro de sus planes de desarrollo contempla la responsabilidad ambiental por lo que promueve la incorporación de prácticas sostenibles en sus clientes mediante la apertura de préstamos especiales para la adaptación de negocios que incorporen prácticas sostenibles, así como la creación del producto de tarjetas para el fondo de sostenibilidad, entre otras políticas que aportan a la sostenibilidad ambiental del país.

La institución cuenta con más de 200 edificios dentro del territorio nacional. Gran cantidad de estos se encuentran en la zona central del país. La construcción de estos edificios hasta el momento ha sido convencional; entiéndase como convencional, paredes de mampostería y concreto, estructura de techo metálicas, hojalatería de hierro galvanizado o esmaltado, acabados de alta calidad en enchapes, mobiliario diverso, ventanearía con

polarizado, en su totalidad cuentan con planta eléctrica de combustión interna y aires acondicionados, lo cual genera un alto consumo de energía. La mayoría de sus instalaciones son de atención al público dentro de un horario de 8:20 am a 3:50 pm con algunas excepciones.

## 1.3 Planteamiento del problema

¿Qué recomendaciones se pueden tomar a partir del Desarrollo Regenerativo para tomar en cuenta en el diseño de la construcción o remodelación de una agencia bancaria para generar un impacto positivo al ambiente?

## 1.4 Objetivos

### 1.4.1 Objetivo general

- Proponer recomendaciones partiendo de la teoría del Diseño Regenerativo y casos de proyectos que lo han implementado, para su aplicación en un edificio del Banco Nacional de Costa Rica ubicado en el Valle Central.

### 1.4.2 Objetivos específicos

1. Definir qué es el Desarrollo Regenerativo aplicado a proyectos de construcción.
2. Analizar el proceso de cómo surge un proyecto de construcción o remodelación del Banco Nacional.
3. Describir las herramientas existentes que contribuyen en el análisis de la información y toma de decisiones de un Diseño Regenerativo.
4. Analizar las características de edificaciones que han utilizado esta metodología y su aplicabilidad en las edificaciones del Banco Nacional.
5. Analizar la legislación existente en el país identificando aspectos relevantes en la construcción sostenible.
6. Proponer recomendaciones partiendo de la teoría y de los ejemplos para el diseño y construcción de una sucursal del Banco Nacional.

## 1.5 Justificación

En los últimos años, el Banco Nacional ha construido o remodelado las edificaciones para sus sucursales con métodos convencionales sin tomar en cuenta ninguna medida o condiciones mínimas de sostenibilidad y concientización al ambiente; pero recientemente la institución ha iniciado con el interés en la adopción de acciones para el beneficio del ambiente con relación a su infraestructura. Tomando en cuenta que el Banco Nacional es además una institución pública creada para todos los costarricenses y como parte del reto nacional de ser carbono neutral para el año 2021, de aquí la importancia de que una institución con presencia en todo el país cuente con una serie de recomendaciones a considerar en el diseño de la construcción o remodelación de sus sucursales.

## 1.6 Alcance

El proyecto a desarrollar contempla la investigación del Diseño Regenerativo con el propósito de definir aspectos y recomendaciones a incorporar en el diseño para la construcción o remodelación de un edificio bancario, con el fin de que el proyecto sea regenerativo al ambiente.

## 1.7 Limitaciones

Las recomendaciones a desarrollar son para la aplicación en edificios de tipo bancario cuya área no exceda los 500 $m^2$, ubicados en el Área Metropolitana.

## 1.8 Impacto

Este proyecto permitirá contar con una base para generar recomendaciones a partir de un análisis de la teoría y obras ya construidas, la cual podrá ser utilizada en otras sucursales bancarias con características similares. Adicionalmente, este proyecto pretende servir como una herramienta para reproducir el análisis en diferentes lugares del país y con edificios con diferentes características.

## 1.9 Marco metodológico

El tipo de investigación a desarrollar es de tipo documental, basada en la fundamentación teórica del Diseño Regenerativo propuesto por el Grupo Regenesis, el análisis de proyectos realizados con esta metodología como el CIRS de la Universidad de Columbia Británica (UBC), el Bullitt Center y otros proyectos del Grupo Regenesis, varias publicaciones alrededor del mundo sobre el desarrollo de métodos de esta corriente y en menor medida de otros centros de investigación para la construcción sostenible. La población en estudio es la construcción de edificios, donde se utilizan como muestra las edificaciones del Banco Nacional de Costa Rica ubicadas en el Valle Central.

El método de recolección de datos será mediante la exploración de documentos físicos y digitales, así como videos de conferencistas internacionales y clases de universidades sobre el Diseño Regenerativo y la construcción sostenible. Se realizará una definición de conceptos amplios para una mejor comprensión de la materia y un registro de aspectos considerados en edificios y proyectos que han surgidos del Diseño Regenerativo, para identificar patrones que puedan ser aplicados en el objeto de estudio.

Mediante entrevistas con los profesionales del Departamento de Construcción de Banco Nacional y los datos recopilados se pretende obtener la información necesaria para comprender la metodología actual, factores de entrada, consideraciones y el proceso que se lleva a cabo para la construcción o remodelación de una sucursal bancaria.

Se hará una descripción de las herramientas que facilitan el proceso de un Diseño Regenerativo, de los sistemas de evaluación existentes y la información recopilada del Banco Nacional, para la generación de las recomendaciones a partir de la teoría y los ejemplos de proyectos realizados con esta metodología.

Los recursos económicos serán propios y se utilizarán para la compra de libros de la teoría del Desarrollo Regenerativo, para el transporte que sea necesario para desarrollar las entrevistas y los gastos de impresión.

# 2. Diseño Regenerativo

Como se define en el libro "*Regenerative Development and Design"*, el término regenerativo surge de la creencia de que todos los problemas ambientales son síntomas de la ruptura en la relación del ser humano con la naturaleza en su desarrollo a través de los años, lo que involucra dentro del análisis para llevar a cabo un diseño, los aspectos y avances tecnológicos; pero además toma un papel importante el espacio donde se realiza el proyecto, las personas, la cultura y fundamentalmente, cómo va a interactuar el proyecto con su entorno (Pamela & Ben, 2016). La propuesta de este método es cambiar esa visión de separación entre la naturaleza y el desarrollo para lograr una relación simbiótica en la que converjan y se desarrolle para bien, tanto el ser humano como la naturaleza.

Analizando el significado según la Real Academia Española, el término regenerativo significa *"Dar nuevo ser a algo que degeneró, restablecerlo o mejorarlo"* (2001). Visto desde una aplicación al diseño y construcción, este método propone hacer un cambio en la forma en la que se construye para dar un nuevo sentido al sitio, restableciéndolo y mejorándolo para lograr condiciones mejores donde los seres humanos se desarrollen en armonía con la naturaleza y dotando de las condiciones para que por sí solo se mantenga y desarrolle.

Bill Reed, en una conferencia llamada "*From Sustainability through Regeneration: Whole and Living System Design"*, propone que el mundo está compuesto por sistemas, desde los más sencillos hasta el más complejo, siendo estos sistemas interdependientes y a la vez conformando una red de colaboración en la cual cada elemento tiene un propósito (2010). Los seres humanos también deben conocer ese propósito dentro del entorno para alcanzar el balance que se conoce como sostenibilidad, ya que, por el contrario, a lo largo de los años hemos olvidado ese propósito, destruyendo la naturaleza que nos rodea, principalmente en dos áreas, la agricultura y la construcción.

Reed inicia su conferencia haciendo referencia a que lo que se busca hacer sostenible con los edificios es la vida y la vida es un sistema complejo en evolución. Por

ello, los diseños que se lleven a cabo como profesionales deben tener muy en cuenta dicho objetivo para lograr identificar el verdadero propósito de nuestros proyectos y los patrones que relacionen la obra con su entorno y el sistema que lo rodea, para lograr el balance que buscamos al diseñar de forma sostenible. La conferencia la finaliza recordando que debemos ser habitantes de la Tierra y no ocupantes. (2010)

Según la óptica propuesta por Regenesis, existen 4 premisas en las que se basa la metodología, expuestas en el libro de Dominique Hes y Chrisna du Plessis *"Designing for Hope"* (2015)*:*

1. Los humanos somos parte de la naturaleza, por lo que debemos contribuir en la salud de esta, diseñando y desarrollando el potencial necesario para la evolución del sistema y sus habitantes (humanos y animales) bajo la perspectiva de que el objetivo es lograr la sostenibilidad de un mundo dinámico, cambiante, complejo e interdependiente, lo que permite la evolución de los seres que la componen.
2. Es necesario cambiar los modelos de diseño, de forma que desarrollemos la habilidad de poder considerar los aspectos y características propias de cada sitio, y así hacer del proyecto una infraestructura dinámica en el proceso de bienestar y aprovechamiento tanto para los seres humanos como para la naturaleza.
3. Es necesario que pensemos los espacios como ecosistemas en el que exista una evolución, cambio y adaptación, tanto de la naturaleza como de los seres humanos, donde se incorporen factores culturales, sociales y psicológicos, donde nosotros como parte de un sistema, podamos elegir y llevar a cabo acciones para cuidar de la mejor manera el entorno, similar al trabajo de un jardinero el cual sabe cuál hierba debe eliminar para cuidar sus cultivos.
4. Este diseño esencialmente debe trabajar en el desarrollo de los sitios de forma que se asegure su continuidad y evolución a través del tiempo, de modo que el proyecto que se lleve a cabo tenga un propósito firme que potencialice el desarrollo de todo su entorno.

"Los fundamentos teóricos y tecnológicos de una metodología de Desarrollo Regenerativo surgieron a medida que Regenesis comprometió a sus clientes y colegas en los retos prácticos del desarrollo de la tierra y la comunidad. El objetivo era desarrollar una

disciplina para integrar una amplia gama de dinámicas ecológicas y sociales". (Pamela & Ben, 2016, p. 512)

El método del Diseño Regenerativo propone que es fundamental realizar una integración con las comunidades, los clientes y los contratistas. Al reunir las disciplinas que estarán involucradas en el proyecto y los usuarios finales, se trabaja de forma integrativa en las áreas: Social / Cultural, Tecnológica y Natural como se observa en la figura 1 de las áreas de estudio del Diseño Regenerativo, de esta manera se logran los mejores resultados para cada área y se promueve la co-evolución. (College of Environmental Design, 2014)

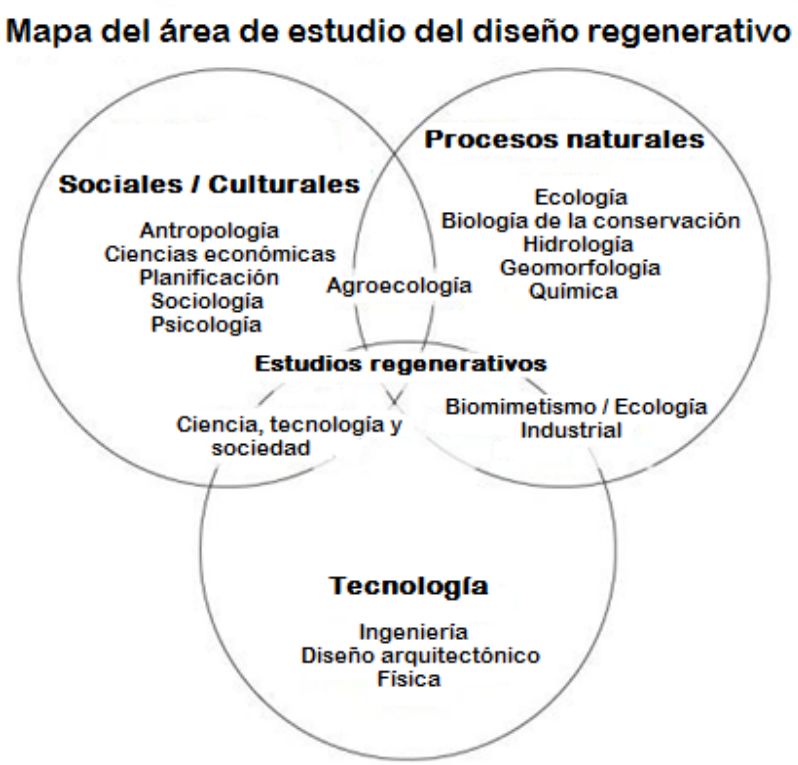



**Figura 1. Mapa del área de estudio del Diseño Regenerativo**
Fuente: College of Environmental Design. (2014). John T. Lyle Center for Regenerative Studies. Traducido por autor.

## 2.1 Ideas específicas del Diseño Regenerativo planteadas por el Grupo Regenesis

Para comprender el planteamiento del método del Grupo Regenesis es necesario conocer las siguientes seis ideas específicas, descritas en la obra de Dominique Hes y Chrisna Du Plessis (2015).

### 2.1.1 La Regeneración como promotor de la evolución

Basado en la teoría de la mecánica cuántica, el orden implícito y explícito y la interacción de los sistemas propuestas por el Diseño Regenerativo, el Arquitecto Charles Krone propone un gráfico piramidal como el de la figura 2, sobre la relación e interacción que debe existir en un sistema para desarrollar el potencial necesario para ser sostenible, llamado Levels of Work o Niveles de Trabajo en español. (Pamela & Ben, 2016)

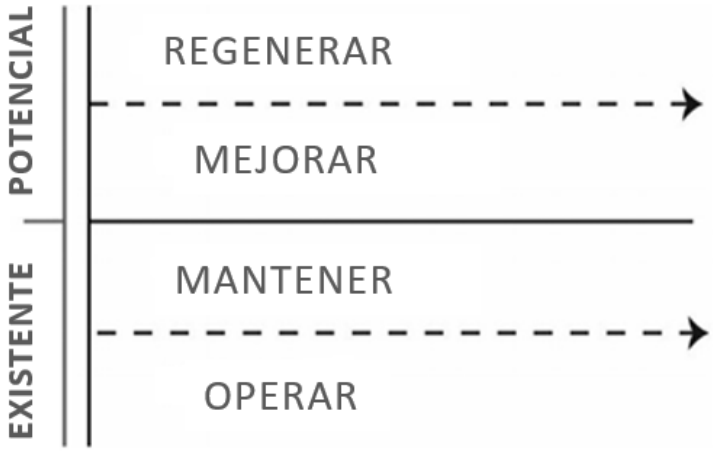



**Figura 2: Niveles de trabajo**
Fuente: Regenerative Development and Design A Framework for Evolving Sustainability.Traducido por autor.

El gráfico se divide en dos secciones, lo existente que representa lo que se encuentra en el sitio determinado en el momento, para el cual se debe trabajar en la operación y el mantenimiento y en la parte superior, el potencial en el cual se debe trabajar en mejorar y regenerar lo cual dota de creatividad y posibilidades de sostenibilidad a través del tiempo.

a) Operar: enfocado a aumentar la eficiencia del proyecto a ejecutar en términos de bajo consumo de energía, aprovechamiento del espacio, materiales menos tóxicos y con baja huella de carbono asociada, entre otros; con el objetivo de alcanzar altos estándares de calidad. Esta ha sido el área que los sistemas de evaluación actuales como LEED han considerado con mayor rigurosidad.
b) Mantener: en este nivel se requiere mantener la eficacia y el efecto deseado de las operaciones frente a los cambios a través del tiempo y producto de incertidumbres, como

por ejemplo la educación en temas de cambio climático, o capacitación de poblaciones con algún riesgo natural.

c) Mejorar: en este nivel se propone aplicar practicas ecológicas y sociales enfocadas a un desarrollo altamente productivo y sostenible como por ejemplo la permacultura y la gestión holística, de forma que, mediante estas prácticas, el proyecto se vea nutrido constantemente y aporte beneficios a todos los involucrados.
d) Regenerar: esta etapa busca que se explote el potencial existente en cada proyecto de forma que el beneficio producido influya de forma de onda hacia el entorno que lo rodea, generando el potencial para que todo tenga un propósito en el bienestar el sitio que envuelve el proyecto.

### 2.1.2 Diseño y Desarrollo

El Grupo Regenesis propone que el objetivo del Desarrollo Regenerativo es determinar ampliamente el propósito e influencia del proyecto del cual surgirán automáticamente las consideraciones o insumos para el diseño. Esto mediante la apertura de espacios para que los involucrados con el proyecto puedan hacer su aporte de ideas al diseño y así obtener mejores resultados. (Regenesis Group. Inc, 2016)

De forma comprensible lo explica Dominique Hes y Chrisna du Plessis (2015), el Desarrollo Regenerativo es determinar las preguntas que el diseño responderá, en el proceso se debe incorporar a los interesados para alcanzar un mejor entendimiento y conocimiento de las variables dentro del proyecto, así como la influencia que tendrán finalmente.

### 2.1.3 El sitio como núcleo

El sitio donde se desarrolla el proyecto debe ser visto como el núcleo principal, para lo que toda decisión en el diseño debe ser acorde con el sitio, considerando todos los aspectos sociales, naturales, geográficos, climatológicos, entre otros; los cuales además podrían verse afectados por el proyecto. La intensión final de cualquier proyecto es potenciar y mejorar el sitio donde se ubica para tener un impacto positivo en todo su entorno,

natural y social, de forma que garantice una apropiación íntima con las personas con las que interactúa. (Dominique & Chrisna , 2015)

### 2.1.4 Patrones

El Desarrollo Regenerativo propone que, en lugar de analizar una cantidad enorme de información y datos de entrada para un proyecto, lo cual normalmente por su complejidad, tiende a perder sentido, identificar patrones y relaciones dentro de esta información, ayuda a descubrir pistas de cómo se puede alcanzar una sostenibilidad e incluso un potencial para la evolución y la vida óptima del lugar. Al hallar estos patrones, se logra analizar el flujo de relaciones de un lugar y así entender el propósito de cada aspecto que conforma el diseño de forma que se logre una relación positiva. (Dominique & Chrisna , 2015)

### 2.1.5 Poder de la historia

La historia que rodea un lugar es un insumo que aporta gran cantidad de información. Como lo plantea Dominique Hes y Chrisna du Plessis (2015), la historia de un lugar ayuda a organizar y hacer conexiones de sentido entre las diferentes piezas, brindando información que revela la identidad y sentido de un lugar y de esta forma lograr:

a) Entender la mejor manera de intervenir el sitio, para no dañar ecosistemas existentes, si no por el contrario potencializar y mejorar los existentes.
b) Provocar un sentido de pertenencia en los habitantes y dueños de cada proyecto.
c) Proveer un proceso de aprendizaje que asegure una harmonía en la sostenibilidad del proyecto, haciendo capaces a las personas a entender su función y mantenerse en relación con el proyecto.

### 2.1.6 Potencial

Este último concepto planteado por el Grupo Regenesis, propone que los proyectos que se llevan a cabo pasan a formar parte de un ecosistema complejo y que estos deben aportar un sentido positivo y un impacto que se reproduzca en otros ecosistemas hacia

afuera, de forma que inclusive puedan generar una relación simbiótica con otros sistemas o sirvan de motivación. (Pamela & Ben, 2016)

## 2.2 Metodología para un Diseño Regenerativo

Partiendo de las seis ideas anteriores, las cuales envuelven la filosofía del diseño propuesto y brinda un marco de referencia para la metodología desarrollada por Regenesis, como lo describe Mang y Haggard (2016). El Diseño Regenerativo estará siempre basado en las cualidades únicas de cada lugar, su comunidad y el diseñador respectivo y para lograr la conexión correcta entre todas ellas, la metodología propone utilizar tres enfoques tecnológicos:

1. La interacción de los sistemas: Permite entender el lugar donde se desarrolla el proyecto, así como la red de organización de los ecosistemas presentes y el impacto a mayor escala, de forma que se logre entender y diseñar adecuadamente como formar parte del proceso natural y activar el potencial existente para asegurar la sostenibilidad a través del tiempo. (Pamela & Ben, 2016)
2. La Permacultura: Como lo defina la Universidad de British Columbia (2017): *"La Permacultura es un método holístico de diseño que conduce al establecimiento de una "cultura permanente" guiada por éticas fundamentales, principios y prácticas de diseño. Considera a todo el sistema en múltiples niveles de escala a través de la integración inteligente de subsistemas sociales, económicos, de tierra, agua, plantas y refugio"*. Este método permitirá identificar aspectos de importancia, que, en conjunto con el proceso de interacción de los sistemas, permita identificar el proceso adecuado de diseño, las técnicas a implementar, así como la tecnología que sea más adecuada para el proyecto.
3. Los Procesos de Desarrollo para el cambio: Permite involucrar a la comunidad y a todos los interesados que se verán influenciados por el proyecto, para en lugar de generar una discusión en busca de soluciones, se genere una participación que conforme la información del sitio y hacer ver a los involucrados el potencial del proyecto en relación con todos los sistemas y el lugar donde se llevará a cabo el proyecto con el fin de entablar relaciones que hagan participes a los involucrados y así entiendan su rol dentro del proceso regenerativo del proyecto. (Pamela & Ben, 2016)

### 2.2.1 Etapas para desarrollar un Diseño Regenerativo

Cada uno de los enfoques anteriores se interrelacionan de forma que juntos se logra realizar un análisis para diseñar siguiendo tres etapas, las cuales serán iterativas en el proceso y en cada una de ellas se incorpora una serie de herramientas que facilitan el proceso.

#### *2.2.1.1 Entender la relación con el sitio*

Esta etapa consiste en identificar y conceptualizar los patrones de relación que mantienen una dinámica de interacción entre el lugar y la comunidad, para identificar la correcta relación y el proyecto se incorpore al sistema logrando ser regenerativo a su entorno y comunidad (Dominique & Chrisna , 2015). Para lograrlo se debe determinar un área de estudio que limite el alcance que tendrá el impacto y que tan lejos llegarán las relaciones entre sistemas que genere el nuevo proyecto a realizar. Segundo, se debe realizar una evaluación integral que alcance la totalidad del sistema en análisis, en donde se consideren los aspectos culturales, geográficos, económicos, climáticos y ecológicos que permitan identificar patrones de relación, los cuales servirán para conformar la información del sitio, esta otra actividad permite presentar toda la información a los involucrados de forma que entiendan la organización de los sistemas presentes y así identifiquen su rol en el proceso que hace al lugar único en el mundo, al mismo tiempo que permite a los diseñadores entender el lugar y el potencial existente para ser considerados dentro del diseño como insumos, de forma que por último, se verifique si realmente el proyecto propuesto servirá como un catalizador de sostenibilidad y permitirá el desarrollo adecuado de los sistemas al mismo tiempo que se alcanza la aspiración del proyecto o el propósito por el que se inició.

#### *2.2.1.2 Diseñar con armonía*

Esta etapa utiliza los datos de la primera para identificar el diseño y los métodos constructivos adecuados para la infraestructura propia del proyecto, como lo indica Hes y Du Plessis (2015) mediante la permacultura y sus principios, se puede lograr una correcta selección de métodos y soluciones de diseño que se acoplen adecuadamente al proyecto en el sistema donde será ubicado y, de esta forma, se logre harmonía entre lo nuevo y lo existente.

#### *2.2.1.3 Co-evolución*

La tercera fase consiste en alcanzar las condiciones que aseguren la sostenibilidad de todos los sistemas involucrados en el proyecto y así lograr el objetivo principal de esta metodología, alcanzar una harmonía entre el hombre y la naturaleza (Dominique & Chrisna , 2015). Para esto, una de las tareas más importantes es hacer entender a todos los involucrados la importancia de su participación, pues serán ellos quienes permitan la regeneración del proyecto mediante la constante participación en el proyecto, generando una condición de beneficio mutuo.

## 2.3 Construcción Sostenible

Para comprender el término de sostenibilidad desde la perspectiva del Diseño Regenerativo, es necesario tener claro que lo que entiende como sostenibilidad ha ido evolucionando con el paso del tiempo debido a la necesidad de proponer soluciones inmediatas a las situaciones del momento. Por ello, cada una de estas tiene enfoques y un marco de referencias diferente, pero cada una fue dando camino y siendo base para la siguiente, como lo expone Mang y Haggard en su obra *"Regenerative Development and Design a Framework for Evolving Sustainability"*. (2016)

Como lo propone Mang y Haggard. (2016), la Primera idea sobre sostenibilidad, proponía un equilibrio estable lo cual se podría entender como un balance entre las entradas y salidas a un sistema. Este pensamiento buscaba la eficiencia e inicia con el propósito de hacer menos daño mediante el uso de tecnologías, avanzado hasta lograr la carbono neutralidad, este enfoque es el más conocido hasta la actualidad, pero la neutralidad no genera ningún beneficio al ambiente y recordando el enfoque regenerativo, la naturaleza y los sistemas evolucionan por lo que un equilibrio estático no funcionaría adecuadamente, esta primera idea sin duda es el inicio de la búsqueda de una armonía con la naturaleza en nuestro desarrollo, pero entonces la necesidad de encontrar de qué manera se puede contribuir, da camino a la segunda idea sobre sostenibilidad.

La segunda idea sobre sostenibilidad propone la resiliencia, la cual busca mantener la salud y la productividad del ser humano independiente a la del ambiente, la cual también es necesaria ya que nos permite vivir, las acciones surgen como reacción ante los

cambios radicales en la naturaleza como desastres, el calentamiento global entre otros, pero no necesariamente es bien analizado por lo que tiende a omitir aspectos importantes. (Pamela & Ben, 2016)

La tercera fase de la sostenibilidad se define como la co-evolución, donde se propone que los seres humanos contribuyen con el desarrollo de la naturaleza, ambos en una relación de beneficio mutuo, esta definición de sostenibilidad debe ir evolucionando y brindando las herramientas y medios para aplicarlas en cada una de las áreas del desarrollo, especialmente en el área de la construcción sostenible. Para Cole (2010), citado por Mang y Haggard 2016, “Esto significa pasar de diseñar cosas a diseñar la “capacidad” del mundo construido (y de las actividades humanas) para promover la co-evolución positiva de los seres humanos y los sistemas naturales". (ubicación 758, libro digital)

En el gráfico de la figura 3, se podría ir ubicando las definiciones anteriores de sostenibilidad desde “menos daño” donde se ve ubicado los códigos o lo que se ha llamado verde con la primera definición de sostenibilidad hasta el centro del gráfico con la neutralidad o el equilibrio, pasando al lado positivo donde se ubicaría la co-evolución antes mencionada.

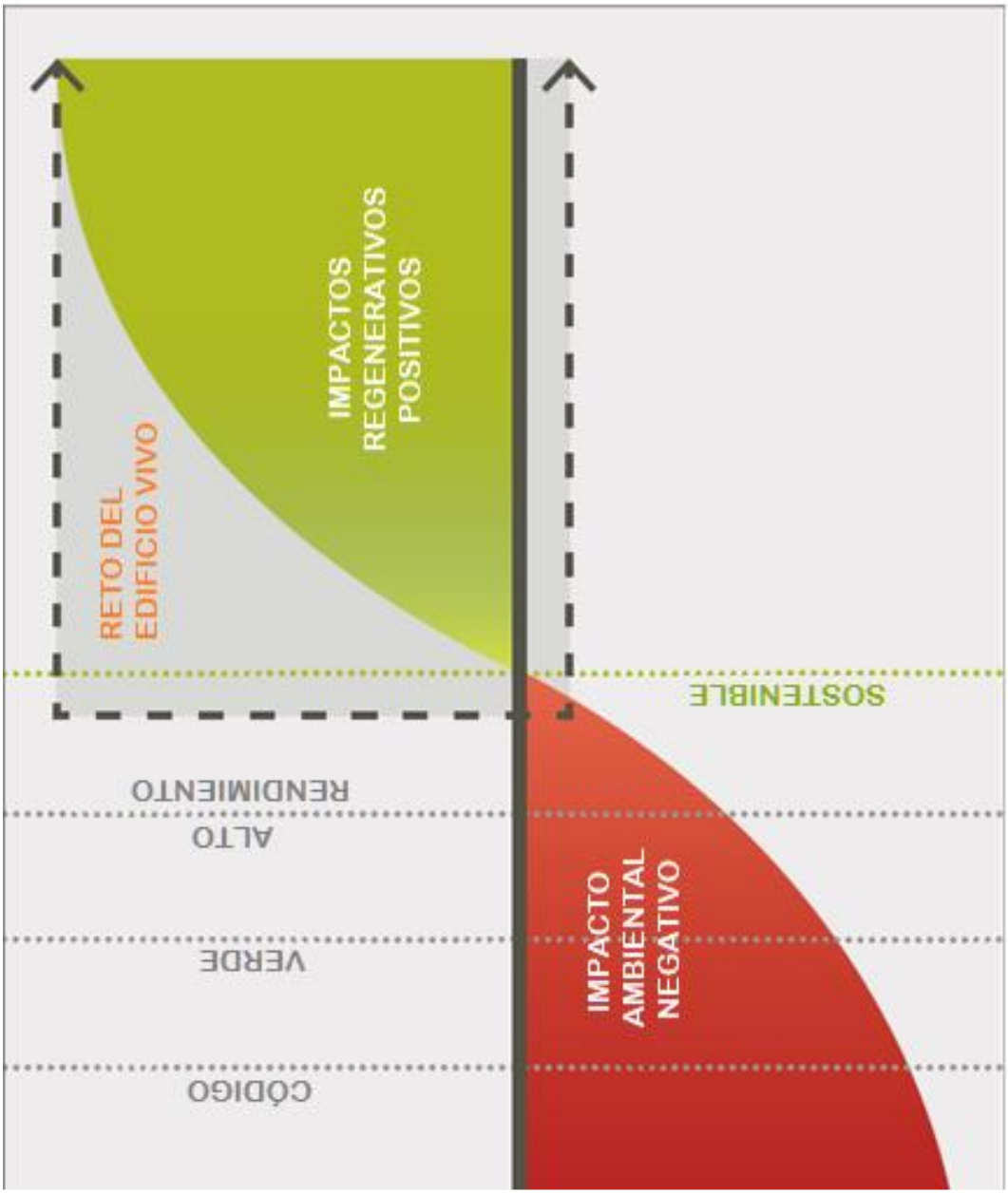



**Figura 3. Gráfico de Impacto de un edificio según metodología de desarrollo**
Fuente: International Living Future Institute. (2016). Living Building Challenge 3.0. Traducido por autor.

### 2.3.1 Aspectos a Considerar

Para realizar un proyecto sostenible desde la perspectiva del Desarrollo Regenerativo, es importante que se consideren y se analicen entre otras, las siguientes áreas:

- Análisis del espacio, donde se debe considerar la topografía, la geología, las elevaciones y pendientes.
- Agua, donde se debe analizar los abastecimientos, la escorrentía, áreas de inundación, posibles emanaciones de agua freática, tratamiento de aguas negras, conservación del agua, cosecha de agua, irrigación y potabilidad.
- Accesos, donde se debe analizar la circulación, los accesos, egresos, ciclo de materiales, almacenamiento, entre otros movimientos.
- Infraestructura, donde debo analizar, estructuras existentes, construcciones nuevas, ubicación, orientación, uso de energía solar, energía en general, viento, materiales, tramitologías y legislaciones, códigos de construcción, métodos constructivos, eficiencia, huella de carbono.
- Naturaleza, donde debo analizar, la vegetación actual, el clima del sitio, la naturaleza autóctona, fauna del sitio, entre otros.
- Operaciones, donde debo considerar, el uso de los espacios, el transporte disponible, el confort, el mantenimiento, los servicios cercanos entre otros.
- Sociales, donde debo analizar, la seguridad, la felicidad, la relación con la cultura, el empoderamiento de las personas con el sitio, la relación de las personas con el proyecto, las inmediaciones del proyecto en relación con las personas, entre otros.
- Económico, donde se debe analizar, el progreso, la innovación, la equidad, la oferta de trabajo, la activación de la economía, viabilidad del proyecto, entre otros.

# 5. Proceso para la construcción o remodelación de un edificio del Banco Nacional

Para conocer cómo se inicia un proceso de remodelación o construcción en el Banco Nacional, se realiza una entrevista al ingeniero Alonso Cárdenas de la Unidad de Compras de Construcción del Banco Nacional (UCC) adjunta en el anexo 1 de este documento, de la cual se logra obtener la siguiente información.

El proceso para un proyecto de construcción o remodelación de sucursales del Banco Nacional inicia en el momento en el que la Dirección Comercial del banco identifica y envía la necesidad de una ampliación o construcción de una sucursal a la oficina de Planeación Estratégica. Esta oficina informa sobre las necesidades asigna a la oficina de Planeación y Control de Compras de la Dirección General de Infraestructura y Compras, la cual incorpora y prioriza la necesidad al grupo de proyectos a desarrollar para el año siguiente, posteriormente, se le asigna el presupuesto respectivo y se entrega conjunto a la estructura de servicios de la oficina realizada por la Dirección de Canales Físicos.

Una vez asignado el grupo de proyectos, la Unidad de Compras de Construcción inicia el proceso de anteproyecto en el que se valoran los requerimientos del proyecto, las consideraciones generales y el tipo de modalidad de desarrollo, actualmente se cuenta con tres modalidades:

1. Construcción propia.
2. Arrendamiento, el cual puede ser llave en mano o acabados básicos.
3. Fondo Inmobiliario.

En la misma etapa de anteproyecto se realiza un presupuesto preliminar el cual se envía a la oficina de Planeación y Compras y se presenta el anteproyecto a la Gerencia y a la Dirección de Finanzas para su aprobación antes de iniciar el proceso de diseño. Una vez aprobado el anteproyecto, se inicia el proceso de diseño de planos, especificaciones técnicas y presupuesto, los cuales dependerán de la modalidad de ejecución:

a) Diseño interno, el proceso puede tardar de 1 a 3 meses.

b) Arrendamiento, el propietario debe apegarse a especificaciones y se realiza una aprobación interna.
c) Fondo inmobiliario, se entregan especificaciones y necesidades y se realiza una aprobación interna.

Posterior a este proceso, se da inicio a la fase de contratación administrativa, el cual consiste en la elaboración del requerimiento, el proceso de contratación que se lleva a cabo en la Proveeduría del banco, la invitación de proveedores, la apertura de ofertas, la recomendación, la adjudicación y contratación, todo este proceso tardará entre 124 días a 236 días dependiendo del tipo de contratación. Una vez iniciado el proceso de ejecución, se realizan reuniones y visitas semanales para el avance del proyecto y la realización de los pagos, según el tipo de obra esta etapa puede tardar de 60 días hasta 2 años, finalmente se da un cierre donde se recibe la obra a satisfacción y se hace entrega de la obra a la Unidad de mantenimiento.

Dentro del proceso de diseño consideraciones sobre el lugar, población, lote, medidas de seguridad entre otras, obedecen a una evaluación comercial y financiera preliminar realizada por la Dirección Comercial en la que se realizan estudios de la zona y definen potenciales sitios de localización y áreas disponibles. Con estas evaluaciones de factibilidad y escenarios preliminares, la oficina de Construcción recibe la indicación del sitio para el desarrollo del proyecto, ya sea para construcción propia o alquiler de un espacio el cual requiere la remodelación para apertura de una agencia. Mientras que las medidas de seguridad se incorporan como parte de los insumos para el alcance de la construcción y remodelación por parte del especialista en seguridad y la Dirección de Seguridad del banco.

Durante el proceso de diseño, existen dos modalidades, si el diseño es interno, se incorporan aspectos ya establecidos dentro del Manual de Estandarización realizado por la Unidad de Planeación y Control de Compras o si se contrata el diseño a una consultora externa, se le entregan los requerimientos del inmueble, capacidad esperada, plantas requeridas y equipos a incorporar, este se gestiona mediante 4 etapas principales: anteproyecto, planos y especificaciones, presupuesto detallado y la inspección, las cuales serán fiscalizadas por la Unidad de Compras de Construcción del Banco Nacional.

# 4. Herramientas

Partiendo de los conceptos y bases teóricas expuestas anteriormente, a continuación, se recopilan una cierta cantidad de herramientas a implementar, las cuales como lo expone Berkebile y Todd en su obra “REGEN: Toward a tool for Regenerative Thinking” (2011). Son herramientas para pensar y hacer conexiones, en lugar de herramientas de medición o certificación a excepción del Reto del Edificio Vivo, el cual además de una herramienta es un sistema de certificación. Estas herramientas no darán soluciones específicas si no que facilitarán la identificación de patrones de relación entre los sistemas existentes en un lugar, de forma que un diseñador pueda implementar las consideraciones que más le convengan al proyecto de forma que se explote el potencial existente y se garantice la armonía del lugar, con este proceso se puede determinar que tecnología y métodos de diseño más adecuados.

## 4.1 REGEN

Desarrollada por el U.S. Green Building Council (USGBC) y una serie de profesionales. Esta es una herramienta en proceso de desarrollo, consiste en un repositorio de información almacenada de forma ordenada, la cual es obtenida de indicadores sociales, económicos y ecológicos, así como la información de las tecnologías existentes, todo esto formando un marco de referencia que permite estimular la participación de los diseñadores e interesados obteniendo diferentes puntos de vista para alcanzar el mejor diseño (Dominique & Chrisna , 2015). Esta herramienta es para ser aplicada en el proceso de planificación y diseño, pues la intención es conformar una red de relaciones entre la información obtenida del sitio del proyecto, su población y diseñadores. Esta herramienta está conformada por un marco conceptual como el de la figura 4 en el que se encuentran 4 cuadrantes generales, los cuales representa: los sistemas sociales, naturales, económicos y tecnológicos. En cada cuadrante se encuentran los componentes a considerar como la flora, la fauna, los materiales, el transporte, el progreso, la seguridad, la cultura, el empleo, entre otros.

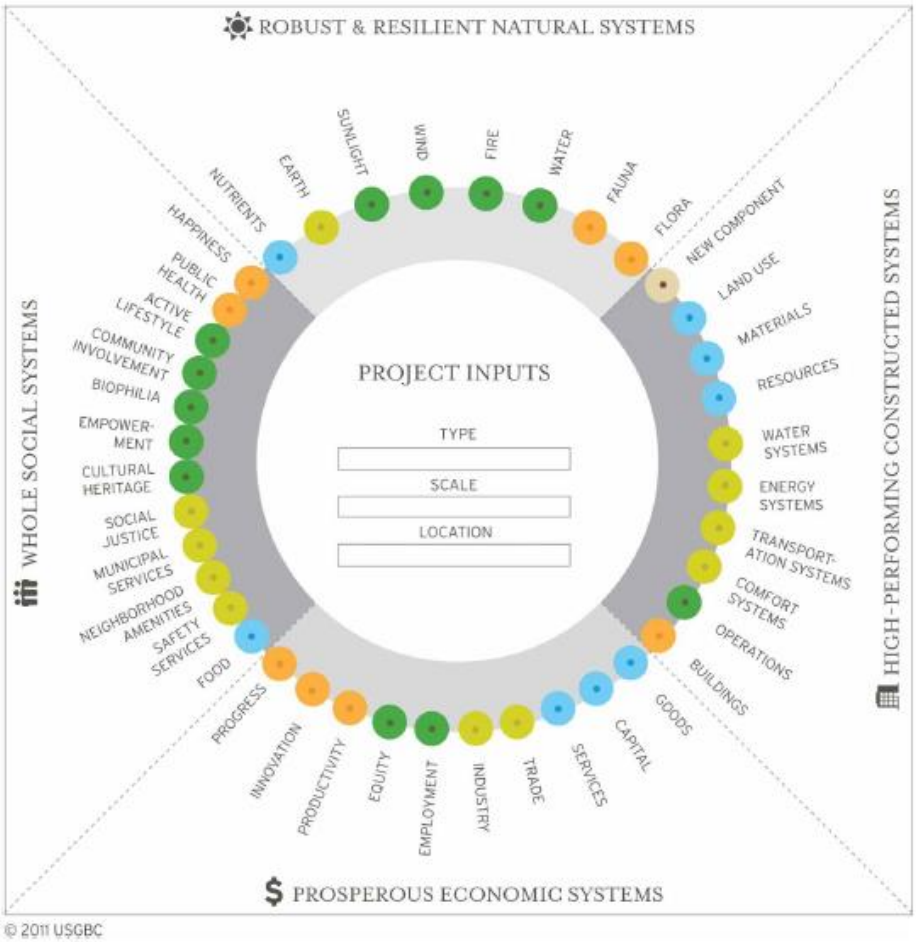



**Figura 4. Estructura de la herramienta REGEN**
Fuente: D. H., & C. d. (2015). Designing for Hope Pathways to Regenerative Sustainability. New York: Routledge.

Como lo indica Hess y Du Plessis (2015), la intención de esta herramienta es que se ingrese información básica del proyecto a desarrollar como el lugar, el tipo de proyecto a realizar y otros datos básicos y que la herramienta automáticamente despliegue la información hacia cada componente, proveniente de una base de datos. De esta forma, cada círculo que representa un componente tomará mayor tamaño conforme a su importancia según la información de la base de datos y los datos iniciales aportados por los diseñadores, de esta manera como se observa en la figura 5, visualmente se podrá obtener una primera impresión de aspectos a considerar como oportunidades o prioridades y a la vez esto permite recopilar la información del sitio con mayor detalle.

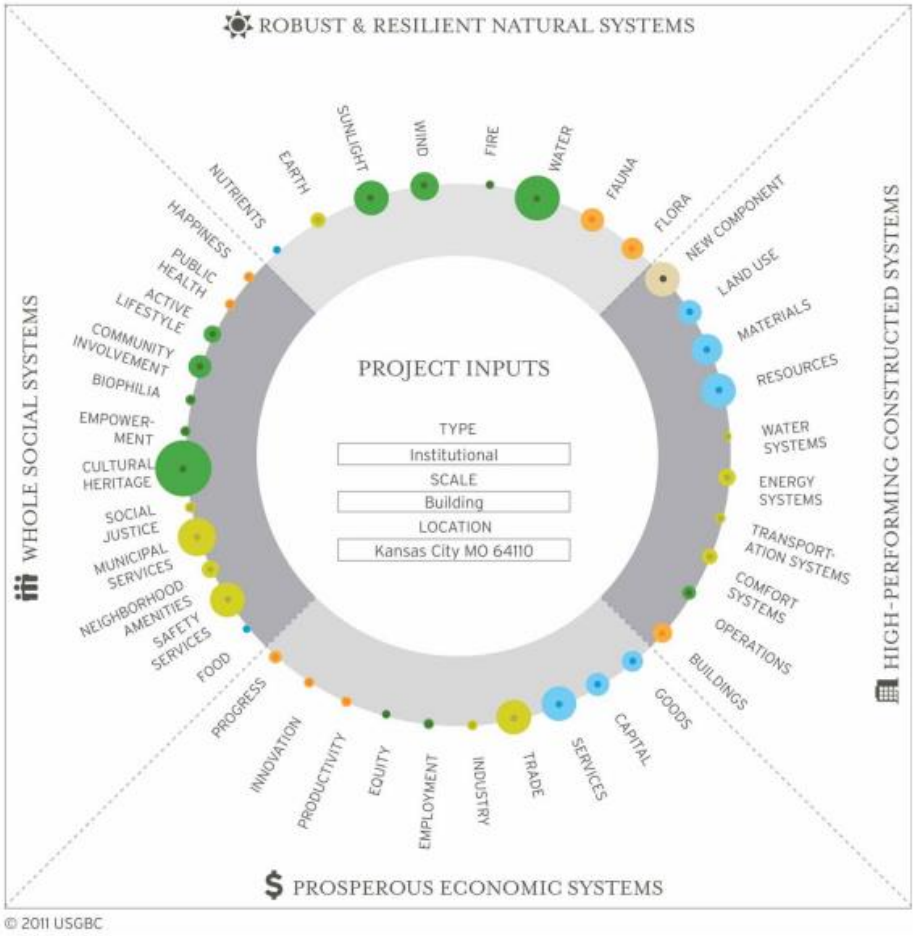



**Figura 5. Estructura de la herramienta REGEN con información del proyecto**
Fuente: D. H., & C. d. (2015). Designing for Hope Pathways to Regenerative Sustainability. New York: Routledge.

Posteriormente, se le ingresarán datos basados en la información obtenida, tales como estrategias y relaciones entre los componentes como se observa en la figura 6 los cuales empezarán a lanzar datos que permitirán identificar relaciones positivas y negativas, la versatilidad de la herramienta permite hacer esto a los diferentes niveles, tanto como con los cuadrantes como con los componentes, haciendo que se obtenga suficiente información para determinar asertivamente las consideraciones de diseño. (Dominique & Chrisna , 2015)

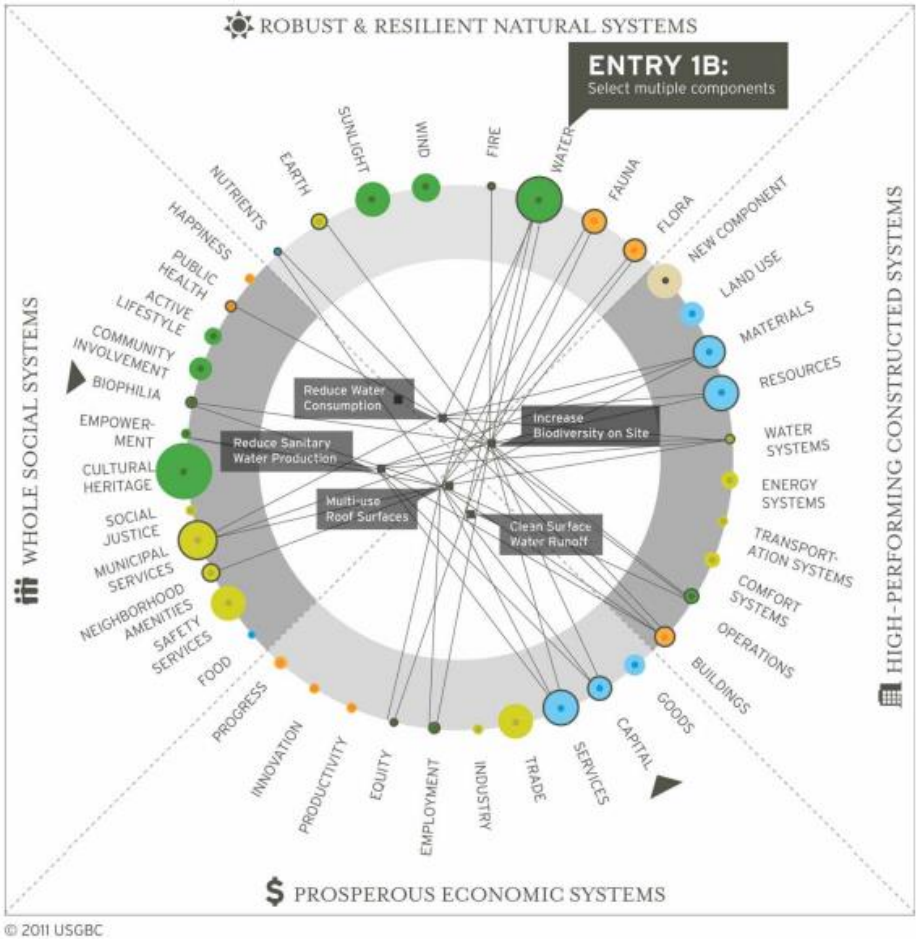



**Figura 6. Estructura de la herramienta REGEN con la red de interconexiones entre componentes**
Fuente: D. H., & C. d. (2015). Designing for Hope Pathways to Regenerative Sustainability. New York: Routledge.

La herramienta permitirá que una vez que se ingresen los datos y se obtengan resultados, esta información quede registrada de forma que permita a futuros proyectos tomar en cuenta la evolución y así conjunto a otros proyectos ya desarrollados conformen una sólida base de lecciones aprendidas a partir de proyectos anteriores. Actualmente, la herramienta se encuentra en fase de corrección y desarrollo de algunos aspectos técnicos, así como la fuerte estructura tecnológica que esto ocupa para la gran cantidad de información que debe ser considerada y almacenada, de forma que se pueda transferir a una interfaz sencilla y comprensible. (Dominique & Chrisna , 2015)

## 4.2 LENSES (Living Environments in Natural, Social and Economic Systems)

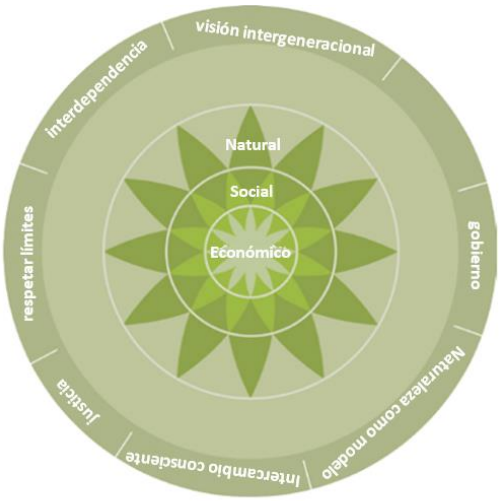
Esta herramienta fue desarrollada por el Institute for the Built Environment en la Universidad Estatal de Colorado y es administrada por el Center for Living Environments and Regeneration (CLEAR), estructurado como una herramienta para facilitar la capacidad de los profesionales de diseño a explorar y descubrir el potencial y los beneficios de un sitio para desarrollar un pensamiento sistemático que guía a la mejor toma de decisiones en el diseño (Center for Living Environments and Regeneration, 2016). Haciendo uso de esta herramienta se desarrollan proyectos regenerativos, no "menos malos" como se han desarrollado en su mayoría hasta hoy.

La herramienta LENSES es una estructura que propone un proceso flexible para identificar o descubrir el potencial de cada lugar en particular y crear proyectos, negocios y comunidades sanas y con una visión más resiliente. Esta herramienta puede ser aplicada de forma individual o a nivel de organización para proyectos de edificios o el desarrollo de comunidades. De esta forma haciendo uso de los LENSES se puede generar planes maestros, proyectos de construcción, estrategias de negocio e iniciativas con una visión regenerativa siendo muy efectivo cuando se utiliza desde la etapa inicial del proyecto. (Center for Living Environments and Regeneration, 2016)

La estructura de LENSES está conformada por tres lentes, cada uno con su función única que introduce conceptos y actividades diferentes en el proceso, estos lentes tienen elementos o aspectos a considerar que han sido implementados producto de una larga experiencia de los desarrolladores, conferencias entre profesionales y el trabajo de voluntarios en el análisis (Dominique & Chrisna , 2015). Adicional a estos conceptos, se incluye un espacio en blanco de forma que los diseñadores que utilicen la herramienta incluyan aspectos únicos de cada proyecto y, de esta forma, hacer claro que cada proyecto es único y que no existe una única fórmula para llegar al diseño.

### 4.2.1 El lente de las bases

Este lente está conformado por ocho principios como se observa en la figura 7, Visión intergeneracional, administración o gobierno, intercambio consciente, naturaleza como modelo, justicia, interdependencia, respeto de límites y un espacio en blanco para colocar un principio asociado al lugar único donde se desarrolla el proyecto, este lente pretende generar un compromiso, de forma que cada parte tenga un propósito y un momento con el proyecto, de igual forma, se identifican a los verdaderos involucrados y su rol. (Dominique & Chrisna , 2015)




LENTE DE LAS BASES

**Figura 7. Lente de las bases**
Fuente: D. H., & C. d. (2015). Designing for Hope Pathways to Regenerative Sustainability. New York: Routledge. Traducido por autor.

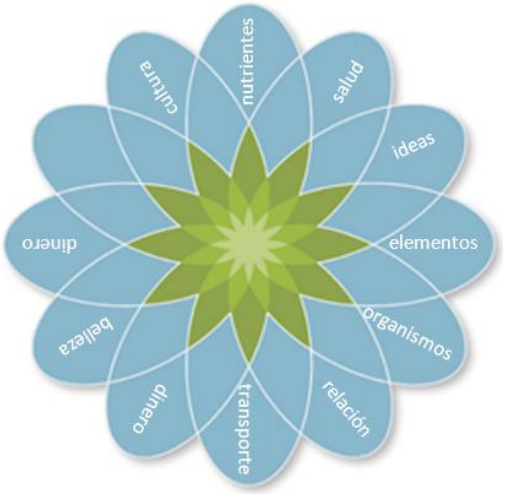
Este lente se utilizará después de introducir el lente de la vitalidad y después de entender los contactos y flujos entre elementos; una vez identificado el potencial de cada uno de ellos, así como sus implicaciones en el ámbito social económico y natural como aparecen en el centro del lente. Este proceso es iterativo y se desarrollará una reflexión y retroalimentación para que el equipo de trabajo establezca una buena relación que permita un proceso de aprendizaje interdisciplinario y se profundice en los detalles del proyecto. (Dominique & Chrisna , 2015)

Uno de los principales productos de este proceso será los roles de cada participante para explotar los potenciales existentes y como recomienda el grupo Regenesis, se debe contar con declaración como un propósito global o piedra angular que responda a lo siguiente:

a) El propósito de este proyecto es…
b) De forma que…
c) Y así se obtenga….

### 4.2.2 El lente de los flujos

Este lente pretende hacer visible los contactos o relaciones entre elementos y el potencial en cada uno de ellos en el proyecto, esto sería encontrar la esencia y el contexto de cada elemento lo que hace único cada proyecto (Dominique & Chrisna , 2015). El lente está compuesto como se observa en la figura 8 de los nutrientes, cultura, salud, ideas, elementos, organismos, relaciones, transporte, dinero, belleza, espiritualidad y otro espacio en blanco, en el cual se podría incluir otro aspecto relacionado al proyecto como por ejemplo podría ser los materiales, el agua, ecosistemas, comercio, la tierra, la energía, entre otros, el cual sea característico del proyecto.




lente de los flujos

**Figura 8. Lente de los flujos**
Fuente: D. H., & C. d. (2015). Designing for Hope Pathways to Regenerative Sustainability. New York: Routledge. Traducido por autor.

Es importante tener en cuenta que como estos elementos son parte de un sistema vivo, estos evolucionan con el tiempo, por ello, se debe considerar el pasado histórico de aquellos elementos que se consideren importantes para el proyecto, de forma que se pueda encontrar patrones en su desarrollo a través del tiempo y así identificar oportunidades potenciales para el proyecto o posibles riesgos, finalmente, se puede obtener objetivos y consideraciones de diseño. (Dominique & Chrisna , 2015)

### 4.2.3 El lente de la vitalidad

El lente de la vitalidad que se observa en la figura 9, es utilizado para definir lo degenerativo y regenerativo y de esta forma definir objetivos y conocer el posible impacto de las decisiones que se tomen para el proyecto, en este momento es necesario tener presente el lugar donde se está realizando el proyecto y que se va a reconstruir, y recordar que debemos identificar el potencial existente en cada sistema, así como el propósito de generar evolución y tener presente siempre el cambio de una metodología degenerativa para alcanzar una regenerativa. (Dominique & Chrisna , 2015)

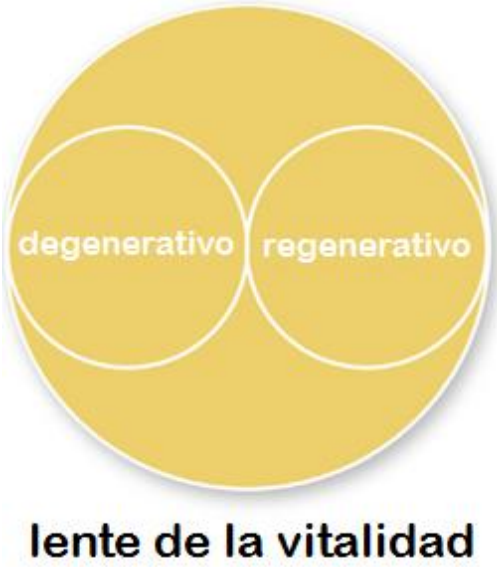



**Figura 9. Lente de la vitalidad**
Fuente: D. H., & C. d. (2015). Designing for Hope Pathways to Regenerative Sustainability. New York: Routledge. Traducido por autor.

Finalmente, con este tercer lente el grupo de diseño deberá realizar un análisis del posible potencial del proyecto para el cual proponen utilizar una rúbrica para cada flujo, esta rúbrica se realiza siguiendo la metodología propuesta por el Center for Whole Communities llamado el Whole Measure Guidelines, en el cual, como expone Hes y Du Plessis (2015), se debe escoger una cierta cantidad de puntos focales para cada flujo, y en cada punto focal se desarrollaran cinco pasos o etapas mediante una pequeña descripción de cómo sería el sistema en una escala de degenerativo hacia regenerativo, en cada uno de estos pasos o etapas se deben generar preguntas o métodos para generar una integración de pensamientos, que posteriormente pueda generar una lluvia de ideas y una buena discusión de la cual se obtenga una medida del nivel de éxito de lo propuesto contra lo realizado. Este proceso deberá ser considerado de forma que se superpongan los flujos lo que hará que sean más evidentes los posibles patrones y relaciones entre estos flujos y el lugar del proyecto.

## 4.3 My Sidewalk

Es una aplicación que permite reunir información relevante a un proyecto en desarrollo y permite la participación de la población involucrada. El programa se actualiza con la información demográfica y socioeconómica del lugar donde se desarrolla el proyecto y permite tomar decisiones a partir de esta información, al mismo tiempo, permite que las personas que se verán influenciadas por un proyecto opinen y aporten ideas respecto al proyecto, la interfaz del programa permite ir analizando temas por separado y compartir la información con las demás personas, esta información además permitirá tener un historial para futuros proyectos. (Dominique & Chrisna , 2015)

La comunicación de la información y las decisiones de un proyecto permiten al grupo de diseño, obtener una retroalimentación para un mejor entendimiento del entorno del proyecto y tomar decisiones que potencien la relación entre el proyecto y las personas que estarán en relación con el mismo.

La firma de arquitectos, BNIM ha estado involucrada en muchos proyectos de reconstrucción posteriores a desastres naturales, en los que es fundamental permitir la participación de los habitantes, en palabras de Bob Berkebile (2012) citado por Hes y Du Plessis (2015), “[...] lo que nunca anticipé fue el hecho que las personas me dijeran que nunca

hemos sentido tanto sentimiento de comunidad, porque nunca habían tenido la oportunidad de expresarse en un ambiente seguro". El aportar estos espacios ha permitido obtener proyectos exitosos y mejores comunidades, incluso después de un desastre natural, para realizar esto la firma BNIM reúne a las personas en pequeños grupos y desarrollan las siguientes preguntas:

- ¿Qué es lo que amas de este lugar? ¿Cuáles son sus tesoros? ¿Qué cosas son valiosas para esta comunidad?
- ¿Qué problemas tienen o cuáles son las barreras que impiden una mejor calidad de vida?
- ¿Qué no han tenido que si pudieras crearías?

Mediante estas preguntas la firma de arquitectos obtiene la información necesaria para conocer los intereses de la población y desarrollar las mejores soluciones, pero para lograrlo, es necesario promover la comunicación mediante reuniones, redes sociales o herramientas como My Sidewalk que involucren a las comunidades.

Por el momento la aplicación está disponible solo para los Estados Unidos, pero existen diferentes herramientas similares como Codesign Studio y redes sociales como Facebook y Twitter en los que se puede compartir información, cada herramienta será aplicada según el proyecto y la población.

## 4.4 Desafío del Edificio Vivo (Living Building Challenge)

Surge luego de que la firma de arquitectos BNIM desarrollara un proyecto llamado EpiCenter en Bozeman, Montana, en el que Bob Berkebile y Kath Williams de la firma de arquitectos junto a Jason McLennan CEO del International Living Future Institute, desarrollaran la idea de un "Edificio vivo", lo cual los conduce a lanzar el programa del Desafío del Edificio Vivo en el año 2006, como una propuesta para certificar edificios con las más altas medidas de sostenibilidad, la herramienta consiste en un facilitador de medidas sociales, culturales y ecológicas, para desarrollar proyectos regenerativos y obtener una certificación internacional (Dominique & Chrisna , 2015). Como indica el Internacional Living Future Institute (2012). citado por Hes y Du Plessis (2015)"[…] crear un marco de referencia para diseñar y construir con una relación simbiótica entre las personas y todos los aspectos del ambiente construido". (pág. 170)

El Desafío del Edificio Vivo es planteado como una filosofía, una herramienta y un programa de certificación con el objetivo de cambiar la forma en la que se desarrolla el diseño y construcción del entorno construido para generar un impacto positivo como se expone en el último estándar del Desafío del Edificio Vivo 3.1 (2014, pág. 6): "El objetivo del Desafío consiste en transformar la forma en que concebimos cada acto de diseño y construcción como oportunidad para impactar positivamente en la gran comunidad de la vida y en el tejido cultural de nuestras comunidades".

Para alcanzar la certificación se debe de cumplir con todos los requisitos establecidos, los cuales son requisitos de valoración de desempeño e indicadores de éxito, los cuales para ser comprobados deben ser medidos durante un periodo de al menos 12 meses antes de obtener la certificación. Muchos de los imperativos cuentan con excepciones como se indica en el Estándar del Desafío del Edificio Vivo 3.1 (2014) con el propósito de reconocer las posibles limitaciones del mercado u otras dificultades en diferentes latitudes, lo cual se irá modificando a medida que el mercado brinde mayores oportunidades.

Las principales diferencias entre el Desafío del Edificio Vivo y otros sistemas de certificación se comparan en la tabla 1 siguiente:

**Tabla 1. Diferencias entre el Desafío del Edificio Vivo y otros sistemas de certificación**

| Desafío del Edificio Vivo | Otros sistemas de certificación |
|---|---|
| Se requiere medir el rendimiento del edificio por al menos 12 meses | Se permite el modelado de energía |
| Se debe cumplir con todos criterios imperativos | Se puede elegir entre criterios de cumplimiento para la obtención de puntos |
| Se deja abierto a la creatividad del equipo de diseño, la forma de alcanzar rendimientos como la autosuficiencia de energía. | Se siguen parámetros de rendimientos y requerimientos a cumplir para eficiencia energética. |
| Permite y promueve la operación conjunta entre edificios, de forma que no se vea un proyecto aislado de su alrededor, sino de una forma más global y a larga escala, esto lo llaman “Salto de Escala” | No incorpora medidas de este tipo. |
| Existe una lista de estructuras que pueden no ser certificadas por el propósito de las mismas que no concuerdan con los objetivos del programa. | No incorpora medidas de este tipo. |

Fuente: D. H., & C. d. (2015). Designing for Hope Pathways to Regenerative Sustainability. New York: Routledge.

La guía está compuesta por 20 imperativos y 7 pétalos, los imperativos pueden ser obligatorios u opcionales dependiendo de la clasificación del proyecto y las condiciones del mercado. En la siguiente matriz se pueden observar los imperativos a la derecha, los pétalos a la izquierda y los tipos de proyecto en la parte superior, como se observa en la figura 10.

**Figura 10. Matriz de los pétalos, imperativos y tipologías del Desafío del Edificio Vivo 3.1**
Fuente: International Living Future Institute. (2014). Desafío del Edificio Vivo 3.1.

Los pétalos son áreas de rendimiento, los cuales son el lugar, el agua, la energía, la salud y felicidad, los materiales, la igualdad y la belleza. Mientras que los imperativos son enfoques en aspectos específicos de influencia cada uno en el pétalo correspondiente, como por ejemplo la Lista Roja en el pétalo de los materiales.

En anaranjado e indicado como Salto de Escala, representa según el tipo de proyecto, que aspecto debe buscar un impacto a mayor escala o más allá de los límites del proyecto actual.

El primer paso para escoger la forma adecuada de las configuraciones para utilizar la guía, es seleccionar una categoría del Transecto Vivo (Living Transects), una adaptación del LBC de la propuesta de los Transects de la firma Duany Plater-Zybek and Company (DPZ), los cuales consisten en un enfoque de secuencias de entornos que ayuda a identificar un conjunto de hábitats que varían según su nivel de desarrollo, desde lo más rural hacia lo urbano (International Living Future Institute, 2014). Como se observa en la figura 11, esta propuesta busca hacer que cada tipo de nivel de desarrollo continúe un crecimiento siguiendo el objetivo regenerativo y de esa manera promover el crecimiento balanceado. Cada transecto posee un rango de superficie total cubierta por todos los pisos del proyecto, definido como el FAR por sus siglas en inglés para floor area ratio. (Dominique & Chrisna , 2015)

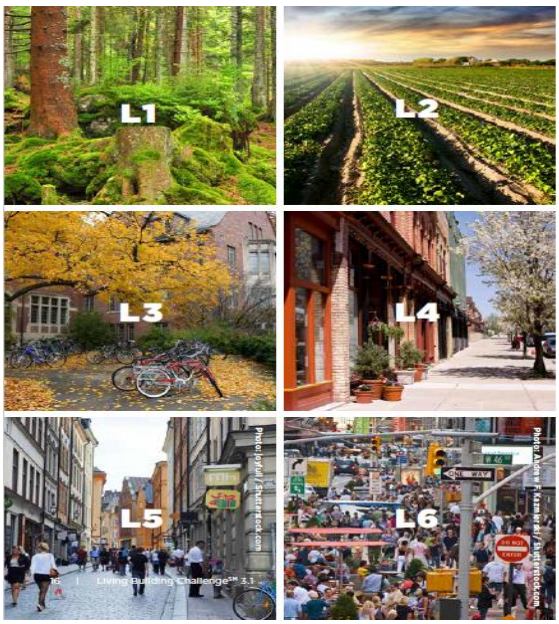



**Figura 11. Transectos**
Fuente: International Living Future Institute. (2016). Living Building Challenge 3.0.

- L1: Hábitats naturales de preservación (FAR 0).
- L2: Zona rural de agricultura (FAR ≤ 0.09)
- L3: Pueblos rurales o campus universitarios de baja densidad (FAR 0.1-0.49)
- L4: Zona urbana de mediana densidad (FAR 0.5-1.49)
- L5: Zona urbana de media a alta densidad (FAR 1.5-2.99)
- L6: Zona central urbana de alta densidad (FAR ≥ 3)

### 4.4.1 Pétalos del Desafío del Edificio Vivo

Una vez identificado el tipo de transecto, se continúa con el análisis de cada pétalo, el cual dependerá del tipo de proyecto como se observa en la parte superior de la figura 10, su aplicación en edificios, renovaciones o paisajes + infraestructura. A continuación, se describe cada pétalo y sus imperativos, según lo indicado en el Estándar del Desafío del Edificio Vivo 3.1 (2014).

#### *4.4.1.1 El sitio*

La intención de esta sección es lograr una conexión entre el proyecto y el lugar, mediante prácticas similares a las propuestas en la “Historia del Lugar” del Diseño Regenerativo, que permitan promover la cultura existente y protegerla, de esta manera, se aumenta el sentido de pertenencia de las personas que habitarán el proyecto. Esta sección sirve para determinar qué tipo de proyecto se puede desarrollar según el sitio y como puede ser regenerativo al lugar donde se desarrolle, promoviendo el uso de la agricultura y la reducción del uso de los automóviles en la medida de lo posible. (Dominique & Chrisna , 2015).Para este pétalo existen 4 imperativos:

a. Límites al crecimiento: Debido al crecimiento desmedido de las ciudades, por los intereses de desarrolladores, la industria entre otros, este imperativo busca promover el uso de terrenos ya construidos y establece ciertos retiros respecto a zonas que deban ser protegidas. Para la certificación es importante considerar que se deben documentar las condiciones del sitio previo al inicio del proyecto, identificar todas las referencias históricas, culturales y naturales de forma que el diseño del proyecto promueva el desarrollo y la regeneración de estas condiciones en términos de biovidersidad, vegetación, agua, nutrientes, entre otros, haciendo

uso de especies nativas. Es importante considerar que no se permite utilizar fertilizantes, pesticidas o químicos para el mantenimiento del paisaje.

b. Agricultura Urbana: Este imperativo busca promover la producción local de alimentos, El área que debe ser destinada para la agricultura dependerá del transecto en el que se ubique el proyecto. Por ejemplo, en el L1 no es requerido, para el L2 se requiere una zona del 50%, en el L4 se requiere de un 20% a un 10%, se reduce conforme aumenta la densidad, debido al espacio disponible, es posible considerar dentro de estas áreas, paredes y techos verdes, jardines verticales o similares. Al aportar estas áreas se logra un beneficio más allá del paisaje y el proyecto, alcanzando hasta la comunidad por lo que este imperativo representa un "Salto de Escala".

c. Hábitat de intercambio: Este imperativo busca promover la protección de una zona de igual cobertura que el proyecto realizado, para ser destinada a la preservación, esto se puede realizar mediante el Institute´s Living Future Habitat Exchange Program o alguna organización de áreas protegidas.

d. Transporte alternativo: Este imperativo plantea que todo proyecto debe promover el uso de transporte alternativo y así promover el ejercicio y reducir la contaminación; diseñando espacios para que las personas caminen o utilicen transportes como bicicletas, entre otros y, de esta forma, también aportar al plan de transporte local. Se debe cumplir con los siguientes requisitos mínimos:

- Asegurar un espacio protegido y adecuado para bicicletas.
- Asegurar un espacio protegido para que las personas caminen seguras por el proyecto.
- Promover el uso de las escaleras en lugar del elevador.
- Promover políticas para el uso del transporte alternativo.

Los proyectos en los transectos L4 al L6 además deben:

- Aportar un subsidio a los ocupantes para el uso del transporte público.
- Aportar espacios de duchas y cambiadores.

#### *4.4.1.2 El agua*

Esta sección busca que el agua sea vista como un recurso muy valioso y que no debe ser desperdiciado, buscando medidas innovadoras para el mejor aprovechamiento del agua del sitio del proyecto. Esto quiere decir que los diseñadores logren abastecer las necesidades de agua, con el agua disponible en el lugar, proveniente de la lluvia, principalmente, tomando solo lo necesario de otras fuentes como acuíferos y así proteger el recurso. La tecnología que se tiene al alcance permite almacenar, purificar y reutilizar el agua repetidas veces, solo es necesario desarrollar diseños que se adecuen a las necesidades y las capacidades del lugar en específico. Este pétalo posee un imperativo:

a. Agua neta positiva: Plantea que toda el agua que se utilice, sea cultivada de fuentes naturales y en el caso de utilizar agua potable, esta debe ser tratada adecuadamente para su reutilización y finalmente todas las aguas grises y negras, deben ser tratadas en sitio hasta obtener las condiciones permitidas para regresar al subsuelo.

#### *4.4.1.3 La energía*

Este pétalo busca promover el uso de energías renovables para eliminar por completo el uso de combustible fósil, pero antes de aplicar diseños, se propone reducir el uso de la energía, mediante el uso de equipos altamente eficientes y el aprovechamiento de la luz natural entre otros. Hoy en día la mayor limitante es la tecnología para almacenar la energía y el costo asociado a este. Este pétalo posee un solo imperativo:

a. Energía positiva neta: consiste en que toda la energía que consuma el proyecto durante un año, debe ser producida a lo largo de ese mismo año y en ningún momento utilizar energía proveniente de combustible fósil. El proyecto debe contar con algún sistema de almacenamiento de energía que provea de energía el proyecto por al menos un 10% de su consumo semanal.

#### *4.4.1.4 La Salud y felicidad*

El propósito de este pétalo es diseñar proyectos que proporcionen las condiciones para asegurar la salud y el bienestar de los usuarios, es posible crear un lazo entre el proyecto y las personas para alcanzar un bienestar físico y mental. Parte de este diseño también requiere el compromiso por parte de las personas para mantener las condiciones propuestas. Este pétalo posee 3 imperativos:

a. Ambiente civilizado: Este imperativo indica que las personas deben tener acceso a la operación de la ventilación según su gusto y deben tener acceso a luz natural.

b. Ambiente interior saludable: Este imperativo consiste en eliminar contaminantes del aire mediante la implementación de guías y el monitoreo constante. Así mismo se debe crear un plan para lograr una buena calidad del ambiente interno, para lo cual se debe incluir:

- Cumplir conforme a la versión actual de ASHRAE 62 o equivalente.
- La prohibición del fumado en todo el proyecto.
- Realizar pruebas de la calidad de aire interno a los 9 meses de ocupación.
- Cumplir conforme con la CDPH Estándar Method V.1.1 2010 o equivalente para todos los productos y materiales utilizados al interior que puedan contener COVs.
- Contar con extractores en áreas de limpieza, baños y cocinas.
- Contar con sistemas para reducir el arrastre de partículas del exterior mediante los zapatos de las personas.
- Elaborar un protocolo de limpieza con productos que cumplan con el EPA Design for the Environment Label o equivalente, además de no contener químicos de la Lista Roja.

c. Biofilia: La biofilia es el sentido de conexión con la naturaleza, por lo que este imperativo busca que los proyectos tengan la capacidad de activar esta conexión entre las personas y la naturaleza. Para cumplir con el imperativo se debe realizar un plan con un marco de referencia en la biofilia, el cual incorpore como mínimo lo siguiente:

- Como el proyecto incorpora la naturaleza mediante los espacios, iluminación entre otros.
- Como proporciona la conexión entre el proyecto y las personas.
- Como se conecta el proyecto a la naturaleza, cultura, historia y clima del lugar.

- Como ambos espacios internos y externos proporcionan la capacidad de mantener la conexión entre los ocupantes y la naturaleza.

Para lograr esto es necesario conocer aspectos obtenidos de la “Historia del Lugar” como la cultura, el clima, la biovidersidad, la historia entre otros aspectos que sean propios del lugar donde se lleva a cabo el proyecto. Una buena guía para lograr la conexión con la naturaleza es mediante los principios desarrollados por Stephen Kellert:

- Características ambientales como el agua, los colores, el aire, las plantas.
- Luz y espacios con luz natural y harmonía espacial.
- Formas y figuras naturales, espirales, óvalos, arcos, imitaciones animales entre otros.
- Relaciones basadas en el lugar, históricas, culturales, religiosas entre otras.
- Patrones y procesos naturales, permitiendo visualizar cambios a través del tiempo, clima, horario entre otros.
- Relación humano – naturaleza, atracción a la belleza y el orden.

#### *4.4.1.5 Los materiales*

La intención de este pétalo es transformar el mercado mediante la implementación de productos y materiales responsables y que no sean tóxicos ni para las personas ni al ambiente. Una de las mayores limitantes y aspectos a mejorar es la transparencia de la información de los productos, para lo cual algunas organizaciones como EcoSpecifier en Australia y Asia, Declare y Pharos en Norte América, trabajan para desarrollar bases de datos de productos libres de químicos y certificarlos para su identificación. Este pétalo posee 5 imperativos:

a. Lista Roja: esta es una lista de materiales y químicos que deben ser eliminados de los materiales y productos a utilizar en el proyecto, de forma general se enlistan en la tabla 2 siguiente.

**Tabla 2. Lista Roja de materiales y químicos tóxicos**

| | |
|---|---|
| • Alquilfenoles | • Compuestos perfluorados. (PFCs) |
| • Asbestos | • Plomo |
| • Bisfenol A (BPA) | • Mercurio |
| • Cadmio | • Bifelinos policlorados (PCBs) |

| | |
|---|---|
| • Polietileno clorado y polietileno clorosulfonado | • Retardantes de fuego halogenados (HFRs) |
| • Clorobencenos | • Parafinas cloradas de cadena corta |
| • Clorofluorocarbonos y hidrofluorocarbonos. | • Tratamientos de madera con creosota, arsénico o pentaclorofenol |
| • Cloroprenos y neoprenos. | • Cloruro de polivililideno (PVDC) |
| • Cromo 6 | • Cloruro de polivinilo (PVC) |
| • Cloruro de polivinilo clorado (CPVC) | • Compuestos orgánicos volátiles. |
| • Formaldehido. | • Ftalatos |

Fuente: International Living Future Institute. (2016). Living Building Challenge 3.0.

b. Huella de carbono: Este imperativo indica que se debe medir la cantidad total de carbono incorporado desde la construcción.

c. Industria responsable: Este imperativo indica que todo el material utilizado debe ser certificado en los casos de la madera y piedra por las entidades autorizadas, además todo proyecto debe utilizar al menos un producto certificado por Declare por cada 500m2 de construcción y deben enviar información sobre una investigar sobre al menos 10 productos utilizados en el proyecto que actualmente no estén certificados.

d. Abastecimiento de la economía local: Con este imperativo se pretende apoyar a la producción local y disminuir la huella de carbono del transporte. Se debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Como mínimo el 20% de los materiales deben obtenerse dentro de un radio 500 km.
- Un 30% debe obtenerse dentro de un radio de 1000km.
- Un 25% debe obtenerse dentro de un radio de 5000km.
- El restante 25% de los materiales pueden ser de cualquier lugar.
- Consultores deben estar ubicados dentro de un radio de 2500km.

e. Desperdicio neto positivo: Este imperativo indica que se debe reducir o eliminar el desperdicio de materiales durante el diseño, construcción, operación y fin del proyecto, permitiendo que todo el material retorne a un ciclo industrial o natural. Para lo que se debe cumplir los siguientes requisitos:

- Al menos un tipo de material debe ser reutilizado por cada 500m2 de construcción.

- El equipo de diseño debe crear un plan de conservación que explique cómo el proyecto optimizará los materiales en las etapas de diseño, construcción, operación y fin.
- Durante la construcción el desperdicio de materiales debe ser desviado en los porcentajes mínimos indicados en la tabla 2, además de contar con la infraestructura adecuada para su disposición.

**Tabla 3. Lista Roja de materiales y químicos tóxicos**

| | |
|---|---|
| Metal | 99% |
| Papel y cartón | 99% |
| Tierra y biomasa | 100% |
| Espuma rígida, alfombra o aislamiento | 95% |
| Todo otro tipo de desperdicio combinado | 90% |

Fuente: International Living Future Institute. (2016). Living Building Challenge 3.0.

#### *4.4.1.6La equidad*

Este pétalo incorpora aspectos sociales que otros sistemas de certificación o guías de construcción sostenible no incorporan, la sección busca crear sentido de comunidad sin importar capacidades físicas, edad, clase social, raza, género ni ningún otro aspecto. Proporcionando esta igualdad, se obtienen las condiciones necesarias para repetir esta igualdad y protección hacia la naturaleza. Esta idea nace como reacción contra la tendencia del mercado de privatizar el acceso y el sentido de la privatización que asume el poder de "hacer lo que quiero con mi propiedad". Por el contrario, los proyectos deben crear comunidades que permitan el acceso universal de todas las personas a un ambiente sano y seguro. Este pétalo posee 4 imperativos:

a. Escala y espacios humanos: El imperativo propone que los proyectos sean diseñados para los humanos, no para los autos, promoviendo la interacción entre las personas. Para esto se crea una guía según cada transecto en el que se ubica el proyecto, con aspectos mínimos a cumplir respecto a espacios, calles, entre otros, los cuales se enlistan en la tabla 4 siguiente.

**Tabla 4: Requerimientos por transecto respecto a la escala y espacios humanos**

| TRANSECTO | | L1 | L2 | L3 | L4 | L5 | L6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Cobertura de superficie | Dimensiones máximas de parqueos antes de ser requerido una separación en tres costados como edificios paredes, 3m de vegetación o humedales | 20m x 30m | | | | | |
| | Porcentaje permitido para área de parqueo por proyecto | 15% | | | | | |
| **TRANSECTO** | | **L1** | **L2** | **L3** | **L4** | **L5** | **L6** |
| Señalización | Numero de señalización grande por desarrollo, consideradas grandes cuando miden 4 m2 y máximo 6m2. Vallas publicitarias están prohibidas. | 1 | | | | | |
| **TRANSECTO** | | **L1** | **L2** | **L3** | **L4** | **L5** | **L6** |
| Proporción | Máximo para residencias unifamiliares | N/A | 425 m2 | | | | |
| | Distancia máxima entre aperturas de fachadas | N/A | 30 m | | | | |
| | Cobertura máxima antes de requerir articulaciones de escala humana | 1000 m2 | | | | | |
| Escala Humana | Aprovisionar de espacios para las que las personas tengan contacto interno o con la comunidad | 1 | 1 | una por cada 1000 m2 | | | |
| | Aprovisionar de varios elementos a lo largo del proyecto para el contacto entre personas como muretes, mini parques, arte. Esto no se aplica para proyectos residenciales. | 1 | 1 | una por cada 4000 m2 | | | |

Fuente: International Living Future Institute. (2016). Living Building Challenge 3.0.

b. Acceso universal a la naturaleza y el espacio: El imperativo trata sobre el acceso universal al espacio y la naturaleza, por lo que ninguna adaptación debe disminuir el acceso de cualquier persona a los espacios del proyecto, el acceso al aire fresco, la luz solar y el contacto con la naturaleza deben ser de acceso universal, con la única excepción que pueda representar un peligro.

c. Inversión equitativa: Este imperativo propone que, por cada dólar del costo total del proyecto, se done medio centavo o más a caridad o al programa Living Equity Exchange, el cual destina los fondos a infraestructura de obras de caridad.

d. Organizaciones justas: El imperativo indica que se requiere que al menos una de las empresas involucradas en el proceso sea certificada con la etiqueta JUST, la cual da el reconocimiento del cumplimiento con responsabilidad y transparencia social, esta empresa debe tener una participación activa en el proceso de diseño y construcción del proyecto.

#### *4.4.1.7 La belleza*

La intención de este pétalo es reconocer que, mediante la belleza de un sitio, se puede motivar a las personas a conservarlo y apropiarse del proyecto al mismo tiempo aumentar el deseo de reproducir la situación en otros proyectos. Este pétalo posee dos imperativos:

a. Belleza y espíritu: Este imperativo indica que se deben incorporar aspectos arquitectónicos que sean del gusto de las personas incorporando la cultura, espiritualidad y belleza propia de un lugar.

b. Inspiración y educación: El último imperativo busca que por cada proyecto se genere material de educación sobre la operación y el desempeño del proyecto para servir de ejemplo y motivación a otras personas a desarrollar proyectos de este tipo. El material de educación debe incorporar:

- Un documento de caso de estudio sobre el Desafío del Edificio Vivo.
- Un día abierto al público para conocer el proyecto.
- Un manual de operaciones y mantenimiento.
- Un brochure donde describa el diseño y características sostenibles. *
- Implementar señalización interpretativa que muestre las características del proyecto a los visitantes. *
- Un website de educación sobre el proyecto. *

*Estos documentos no se deben realizar para proyectos unifamiliares.

El sistema de certificación del Desafío del Edificio Vivo ofrece tres tipos de certificación dependiendo del nivel de cumplimiento que se alcance:

1. Living Certification: para proyectos que logran todos los requerimientos asignados.
2. Petal Certification: para proyectos que logren el cumplimiento de tres o más pétalos, en los que al menos uno de esos tres sea el de agua, energía o materiales.
3. Net Zero Energy Building Certification: para proyectos que cumplan con los cumplimientos establecidos de porcentajes netos en 4 de los imperativos:

- Límites al crecimiento.
- Energía neta positiva.
- Belleza y espiritualidad
- Inspiración y educación.

También existe la posibilidad de realizar la certificación en dos secciones, ya que para la certificación completa es necesario aportar la información de desempeño dentro de los primeros doce meses de operación, se ofrece la posibilidad de realizar una audición preliminar con los imperativos que no requieren la información de desempeño. Como se observa en la tabla 5.

**Tabla 5. Imperativos auditados según etapa**

| Imperativo | Audición preliminar | Audición final |
|---|---|---|
| 01: Límites al crecimiento | x | |
| 02: Agricultura Urbana | | x |
| 03: Hábitat de intercambio | x | |
| 04: Transporte alternativo | x | |
| 05: Agua neta positiva | | x |
| 06: Energía positiva neta | | x |
| 07: Ambiente civilizado | x | |
| 08: Ambiente interior saludable | | x |
| 09: Biofilia | x | |
| 10: Lista roja | x | |
| 11: Huella de carbono | x | |
| 12: Industria responsable | x | |
| 13: Abastecimiento de la economía local | x | |
| 14: Desperdicio neto positivo | | x |
| 15: Escala y espacios humanos | x | |
| 16: Acceso universal a la naturaleza y el espacio | x | |
| 17: Inversión equitativa | | x |
| 18: Organizaciones justas | x | |
| 19: Belleza y espíritu | | x |
| 20: Inspiración y educación | x | |

Fuente: International Living Future Institute. (2016). Living Building Challenge 3.0.

# 5. Ejemplos de proyectos regenerativos

## 5.1 Playa Viva

Playa Viva es un proyecto de hotel boutique ubicado al sur de Zihuatanejo, Ixtapa, México, costa Pacífico mexicana. Este proyecto está dentro de una propiedad que abarca 80 hectáreas, en las que se encuentra un santuario de tortugas, un sitio arqueológico, un estuario, una zona forestal entre otros, que lo convierten en un lugar en contacto directo con la naturaleza. El clima es semi tropical con temperaturas de los 23 a los 33 grados Celsius, su época lluviosa va de finales de julio hasta finales de setiembre o inicios de octubre. (Playa Viva, 2017)

El proyecto surge en el 2005 cuando Sandra Kahn y David Leventhal, dueños de hotel, deciden invertir en esta propiedad que los cautiva por su belleza natural y cultural, es por esta razón que Sandra asiste a una conferencia del Green Build en Atlanta, conoce a Bill Reed y su metodología del Diseño Regenerativo y decide llevar a cabo el proyecto siguiendo este sistema.

Desarrollando el proyecto por medio del Diseño Regenerativo, el equipo de proyecto logra un verdadero entendimiento del lugar y así desarrollar un proceso de transformación que involucrara la población cercana, el proyecto y la naturaleza presente. El equipo de diseño conformó mapas de flujos de energía, agua, biodiversidad, cultura entre otros y superponiéndolos es como se llega a determinar todas las decisiones de diseño en conjunto con los involucrados. (Playa Viva, 2017)

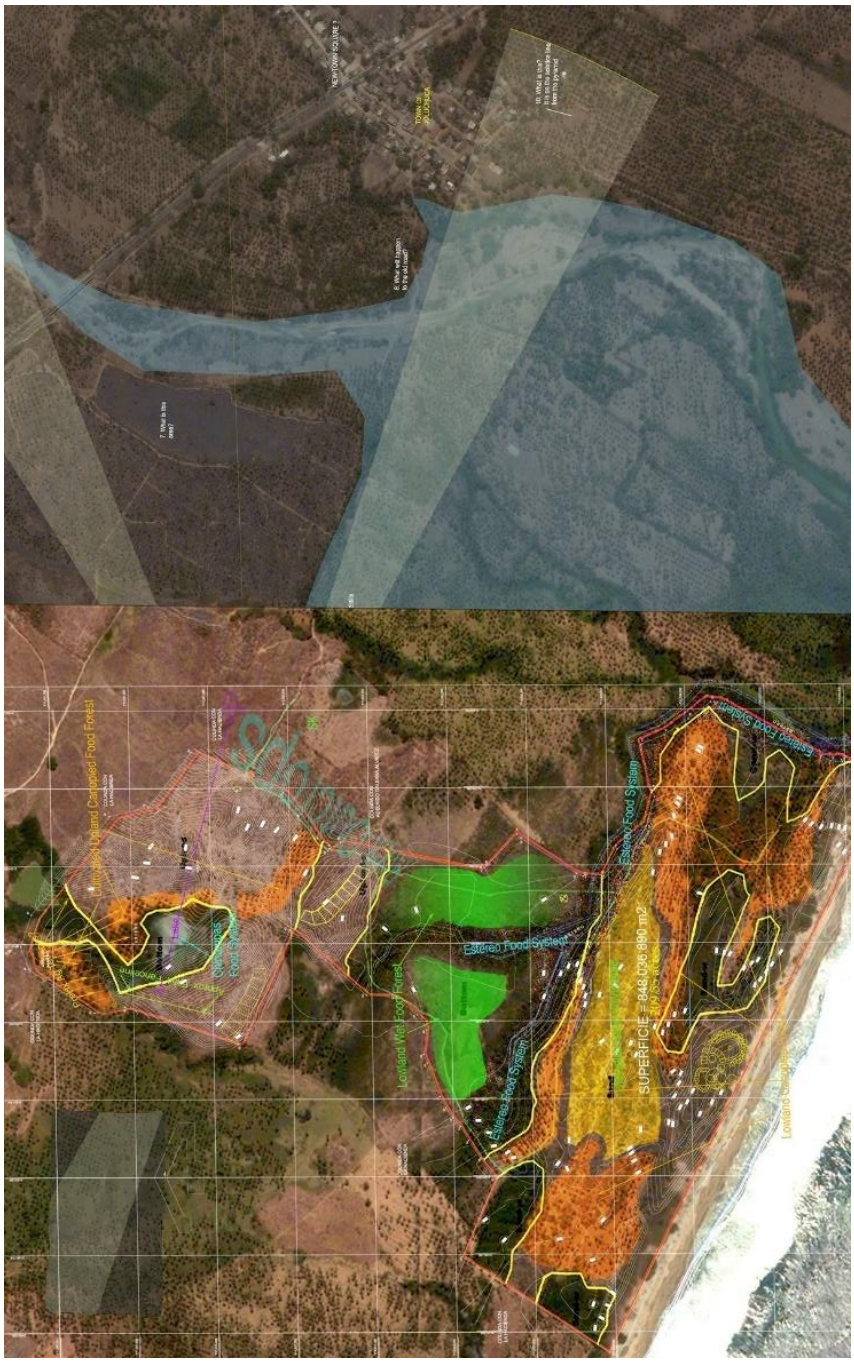



**Figura 12. Master Plan proyecto Playa Viva**
Fuente: Playa Viva. (2017)The Playa Viva Story.

Producto de este proceso descubrieron que sus principios fundamentales son:

- Energía y agua limpia y abundante.
- Promover la biodiversidad.
- Crear experiencias transformacionales.
- Promover una comunidad significativa.
- Crear un legado vivo.

Uno de los aspectos más importantes de lograr fue el involucrar a la comunidad en el proyecto y con el potencial natural del sitio, por lo que, mediante una investigación de los problemas sociales y las oportunidades identificadas en el proceso, es que se logran obtener planes de mejora que brinden posibilidades a la población. Como lo expone Hes y Du Plessis (2015), una vez finalizado el proceso de diseño en el 2007, algunos de los principales planes de acción fueron:

1. Recobrar los ecosistemas perdidos, protegiendo y utilizando la permacultura para eliminar las especies dañinas que perjudicaban a los manglares y humedales y así cultivar y proteger las especies de flora y fauna nativas del lugar. Como es el caso de la mala hierba que impedía el ingreso de los camarones a los ríos y humedales, al hacer esto se logra atraer de nuevo patos y otras aves que activan el ecosistema como se observa en la figura 13.
2. Generar programas basados en el "Triángulo Dorado" Educación-Salud-Economía; con programas de protección a las tortugas, de reciclaje para mantener los ríos limpios y generar dinero para invertir en educación y salud, cursos de agricultura orgánica y cultivo artesanal de sal, de forma que la población aprenda los principios de cultivo, control de plagas y uso medicinal, tanto para el uso propio como para comercializar, esto permitiría al hotel obtener productos orgánicos de calidad y activar el comercio local.
3. Involucrar a los huéspedes del hotel en el proceso de forma que experimentando y formando parte de los proyectos, se genere una conciencia y un aprendizaje para reproducir buenas prácticas.
4. Diseñar los edificios con sistemas pasivos de enfriamiento para aprovechar el viento y las condiciones del lugar, así como aprovechar el potencial energético del sol y colocar paneles solares que reduzcan el uso de energía, de forma similar, diseñar sistemas que permitan utilizar las aguas negras y de desecho para el riego y la generación de abonos.
5. Asegurar un proceso que mantenga una fuerte relación entre la población local y el proyecto, esto permitirá la evolución y el beneficio de todos los involucrados, población, naturaleza y proyecto.

**Figura 13. Imágenes del proyecto Playa Viva**
Fuente: Playa Viva. (2017). Wildlife photos, Playa Viva.

Gracias a este exitoso proyecto, hoy en día la comunidad cuenta con una serie de programas los cuales se explican en la página web oficial del proyecto Playa Viva (2017):

1. El CSA "Comunidad de Soporte a la Agricultura", la cual llamaron Canasta Viva, una cooperativa para suplir a los negocios de productos orgánicos de los agricultores de la zona.
2. El programa Eco Tiangis, un mercado de agricultores en el cual la población y los visitantes pueden adquirir productos orgánicos.
3. Un programa llamado Pack for a Purpose para conseguir útiles escolares y productos medicinales.
4. Voluntariados y donaciones para la protección de tortugas y los equipos necesarios.
5. Un fideicomiso que consiste en tomar un 2% del importe total de las facturas de los huéspedes, los fondos son depositados a la Fundación Océano quien fiscaliza y patrocina el Santuario de Tortugas y además aporta a la educación y la compra de equipo médico, así como para financiar los proyectos de capacitación para la población.

Con este proyecto se puede observar la implementación del Diseño Regenerativo en las tres etapas que se proponen en la teoría:

Primero, entender la relación con el sitio, mediante el proceso de “Historia del Lugar”, se invitó al Departamento Mexicano de Arqueología e Historia y mediante la entrevista con los líderes y ancianos del pueblo, se logró identificar que existió una comunidad indígena en la zona la cual rendía tributo a los Aztecas entregando caracolas, sal, cacao y ropa de algodón, además se identificó que tenían una fuerte relación con la tierra ya que construyeron tres montículos que hoy se ven como montañas, las cuales servían de terrazas agrícolas. (Playa Viva, 2017). Es mediante esta información y los datos demográficos, climáticos y sociales, que identifican las principales actividades económicas de la zona y el potencial que deben explotar para mejorar la situación de la población.

Segundo, mediante el diseño con armonía, en el que aplican los principios de la permacultura para identificar dentro de los ecosistemas como poder influir positivamente, es aquí cuando intervienen los humedales y ríos para propiciar el medio adecuado para los camarones los cuales atraerán otros animales y activarán de nuevo el ciclo del ecosistema, aquí se ve el propósito de la regeneración de un sitio. De igual forma, con la agricultura orgánica dentro de los programas para la población y finalmente propiamente hacia la infraestructura del hotel, la implementación de sistemas que aprovechen las condiciones del lugar como los paneles solares, la metodología de construcción de los edificios con sistemas de enfriamiento pasivo, la reutilización de las aguas para riego y abono y el uso de agua de mar para la piscina.

Por último, la Co-evolución mediante los programas que aseguren la sostenibilidad del proyecto y el involucramiento de las personas tanto los habitantes del pueblo como los visitantes del hotel, es mediante estos programas que las personas comprenden los beneficios de mantener saludable el ambiente, esto además los lleva a desarrollar un sentido de pertenecía y protección, en palabras de Bill Reed (2012) citado por Hes y Du Plessis “La verdadera victoria de este proyecto es la relación entre la villa, los visitantes, las prácticas agrícolas, la economía, la cuenca y los ecosistemas en general…”. (2015, pág. 115)

## 5.2 La Ecovilla

La Ecovilla es un desarrollo inmobiliario ubicado en San Mateo de Alajuela, considerado el corazón de la región productora de frutas de Costa Rica por su favorable clima y con acceso desde la ruta 27 a 1 hora de San José y a 40min de playa Jacó. El proyecto es basado en la permacultura uno de los enfoques tecnológicos del Diseño Regenerativo, lo cual hace de este proyecto un caso de estudio aplicado en nuestro país. El desarrollo está compuesto por 44 lotes los cuales ya se encuentran todos vendidos, todas las casas que se construyan dentro de este proyecto, deben cumplir con ciertas características eco amigables como el uso de métodos de enfriamiento pasivo, uso de paneles solares o medidas de reducción de uso energético, uso de materiales no contaminantes o reciclados, entre otros aspectos que aseguren que todas las casas tengan el común el contacto con la naturaleza y la responsabilidad de cuidar el ambiente. (La Ecovilla, 2017)

**Figura 14. Imágenes del proyecto Playa Viva**
Fuente: La Ecovilla. (2017). La Ecovilla Costa Rica.

El proyecto además cuenta con las siguientes características lo cual lo hace un proyecto muy similar a un proyecto realizado bajo la metodología del Diseño Regenerativo según lo comentado por el desarrollador del proyecto Marcelo Valansi durante una visita al sitio el 12 de febrero del 2017.

1. La permacultura presente en todo el proyecto, esto hace que todos los jardines de las casas sean cultivados de forma que permita el desarrollo de la naturaleza, no se construyen cercas ni tapias entre casas para que los animales y los nutrientes puedan viajar por todo el proyecto sin cortar el flujo natural, además todas las personas pagan una cuota mensual para que en unos jardines ubicados al centro del proyecto, se realice una pequeña granja de frutas, verduras, plantas entre otros productos orgánicos y un estanque de tilapias para compartir entre todos y dar trabajo a un grupo de personas.
2. Las áreas comunes del proyecto son jardines y bosques, reduciendo la tala de árboles a lo estrictamente necesario, lo cual da un ambiente de frescura, las calles del desarrollo se construyeron utilizando unas estructuras tipo cajones con plástico reciclado, relleno de piedra, esto para permitir el paso del agua y no impermeabilizar toda el área de calles, además los salones son construidos con bambú y madera y no cuentan con aire acondicionado, la energía que utilizan proviene de paneles solares. La piscina es de agua salada, lo que reduce el uso de químicos para su limpieza. Se cuenta con un digestor biológico que trata las aguas negras del proyecto, para ser reutilizadas para el riego y la generación de gas metano el cual pronto podrán utilizarlo para las cocinas.
3. En el ámbito social, el proyecto cuenta con una escuela local llamada Casa Sulá, esta escuela recibe a los niños que viven en el proyecto, pero además recibe a niños del pueblo que no tienen acceso a la educación, la educación brindada es basada en el contacto con la naturaleza, además realizan proyectos para limpiar la comunidad y las cercanías del río.
4. La comunidad es muy unida y está conformada por personas de diferentes nacionalidades lo que aporta una riqueza cultural muy variada.

## 5.3 Bullitt Center

El Bullitt Center es un edificio de oficinas considerado el edificio comercial más verde, ubicado en Seattle, Washington, construido para la Bullitt Foundation, una empresa sin fines de lucro dedicada a la ecología urbana, la cual promueve el desarrollo de comunidades sostenibles y actividades responsables con el ambiente para el Pacifico Noroeste de los Estados Unidos y Suroeste de Canadá. (Bullitt Center. 2016)

Como lo indica el presidente de la Bullitt Foundation, Denis Hayes (2013), la intención de este edificio es comprobar que es posible desarrollar edificios comerciales sostenibles y como se puede aprender de la naturaleza para desarrollar proyectos confortables, saludables y productivos haciendo un uso razonable de recursos y con un impacto positivo al medio, pues, si todos los seres humanos siguiéramos el mismo estilo de vida que la mayoría de norteamericanos o japoneses, el mundo ya hubiera colapsado por completo. El edificio no persigue un solo objetivo de sostenibilidad si no incorporar todas al mismo tiempo en la medida adecuada para lograr un edificio de alto rendimiento energético.

Hayes (2013) comenta que este proyecto costó aproximadamente un 23% más que otro proyecto de oficinas clase A en esta ciudad. Pero esto se debe principalmente a costos relacionados con actividades desarrolladas por primera vez y a actividades relacionadas a permisos y otros aspectos legales, razón por la cual uno de los programas el Bullitt Foundation es promover modificaciones legales y nuevas políticas de construcción sostenible basadas en la experiencia obtenida. Pero ciertos aspectos que no son valorados dentro de la inversión pero que tienen una gran influencia en la sociedad son el impacto en el consumo de energía por la implementación de paneles solares, el consumo de agua el cual en su mayoría lo toman del agua de lluvia, así como el tratamiento de las aguas residuales las cuales pasan a ser nutrientes del suelo en lugar de ir a una planta de tratamiento de agua que representa una infraestructura muy costosa.

Dos años antes de iniciar con el diseño del edificio, el equipo del Bullitt Center, se dedicó a identificar materiales de construcción que no contuvieran químicos dañinos, esto con ayuda de una lista de químicos identificados por el Internacional Living Future Institute, la cual llamaron La lista Roja (The Red List). Esto permite seleccionar los materiales de forma adecuada, pero es importante tener en cuenta que existen limitaciones

de mercado y procesos de producción de materiales que no se pueden rastrear por completo, por lo que existirán materiales que no sean completamente libres de estos químicos. (Bullitt Foundation, 2013)

El diseño del edificio incorpora diferentes características que hacen de este edificio realmente sostenible, las cuales son expuestas en la página web propia del Bullitt Center.

1. Calentamiento hidráulico: Para solucionar el tema de la temperatura interna, el edificio se equipó con un sistema hidráulico de tuberías colocadas dentro de los entrepisos como se observa en la figura 15, de esta forma el líquido que viaja por las tuberías hasta el suelo debajo del edificio donde toma calor proveniente de pozos geotérmicos que pasan por este lugar. El líquido posteriormente pasa por una casa de máquinas donde se calienta aún más y se bombea a todo el circuito ubicado en los entrepisos, de esta forma el calor de las tuberías se transmite al concreto y rápidamente calienta las habitaciones. Mientras que en el invierno trabaja de esta manera en el verano trabaja de forma inversa llevando el calor de vuelta a la tierra.

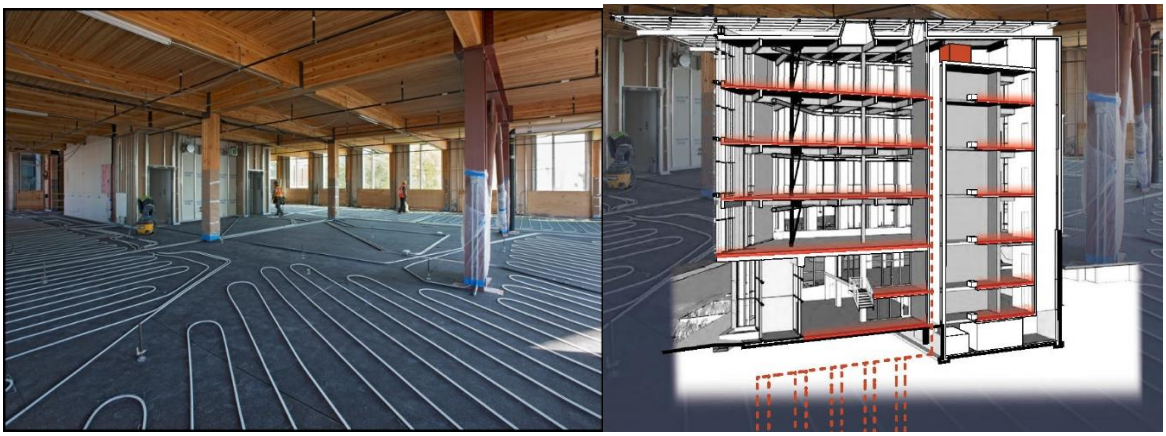


**Figura 15.Sistema de calentamiento hidráulico Bullitt Center**
Fuente: Bullitt Foundation. (2013). Bullitt Center.

2. Accesible de diferentes formas: El edificio se encuentra ubicado en un centro urbano densamente poblado, llamado Capitol Hill, esto permite que las personas puedan llegar al sitio a pie, en bicicleta o mediante algún sistema de transporte público. Incluso el edificio cuenta con estacionamiento para bicicletas, lockers y baños para

motivar a las personas a utilizar este medio, además el transporte público ha mejorado a través de los años, implementando nuevas líneas de buses, ciclo vías, trenes urbanos entre otros lo que permite moverse alrededor de la ciudad con mayor facilidad que utilizando un automóvil.

3. Generación de energía: El edificio cuenta con una superficie de 575 paneles solares sobre una cubierta que imita el dosel de un árbol, la cual genera 230.000 kW/h por año suficiente energía para ser autosuficiente durante el verano y producir toda la energía que debe tomar de la red durante el invierno, para medir esto, existen dos medidores los cuales miden cuanto es el excedente de producción durante el verano y miden cuanta energía utiliza el edificio cuando la obtiene de la red.

**Figura 16.Sistema paneles fotovoltaicos Bullitt Center**
Fuente: Bullitt Foundation. (2013). Bullitt Center.

4. Sistemas de automatización: El edificio cuenta con un sistema llamado Building Management Systems (BMS) el cual regula y controla una serie de sistemas mecánicos dependiendo de las condiciones internas y externas utilizando sensores para garantizar el confort interno con el menor uso de energía posible, este sistema controla y opera automáticamente el sistema de calefacción hidráulico, el sistema de ventilación, el sistema de persianas y el sistema de aguas grises.

5. Losas sanitarias sin agua: Como lo indica en su página web, El Bullitt Center es el edificio más alto en implementar un sistema de compostaje, para asegurar que los desechos de los pisos más altos lograran llegar hasta el tanque de compostaje sin abrumar el sistema con agua, los diseñadores implementaron unos inodoros que lanzan una espuma de jabón biodegradable con una mínima cantidad de agua generando una superficie de baja fricción por la tubería que permite que la descarga llegue hasta el tanque, el sistema no está conectado al alcantarillado público por lo que no existen malos olores en las tuberías, y los sanitarios en lugar de despedir mal olor son inyectores de aire para el sistema de compostaje.

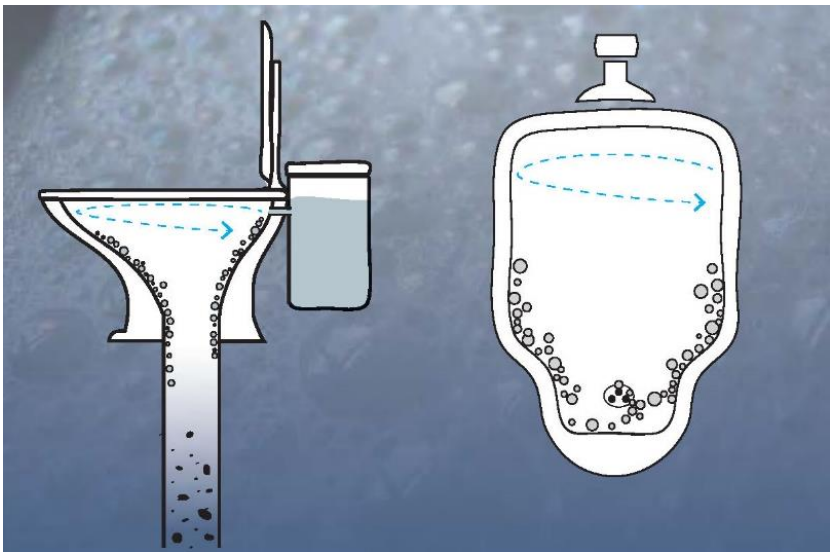


**Figura 17.losas sanitarias sin agua Bullitt Center**
Fuente: Bullitt Foundation. (2013). Bullitt Center.

6. Sistema de compostaje: El edificio cuenta con 10 sistemas de compostaje, los cuales mezclan los desechos con madera y esponjan la mezcla mediante unos cepillos, este movimiento también permite que las partículas se vuelvan cada vez más pequeñas, el oxígeno requerido es tomado de los inodoros y los orinales y un sistema extrae el exceso de agua cuando es requerido, así se asegura que el proceso sea aeróbico en todo momento. Los sistemas de compostaje producen dióxido de carbono, un lixiviado estabilizado que es recogido mensualmente para ser tratado adecuadamente y los biosólidos, los cuales se mezclan con aserrín y se utiliza como fertilizante.

7. Reuso de aguas grises: Las aguas provenientes de las duchas y lavamanos, se recolecta en unos tanques colocados en el sótano y de aquí se bombean hasta una losa verde construida en el tercer piso, esta losa está compuesta por capas de grava y materiales porosos para darle un primer tratamiento al agua, sobre la grava se plantaron colas de caballo, esta planta toma los nutrientes del agua y dan un aspecto agradable al sitio, posteriormente el agua pasa a un drenaje de 6m de espesor antes de infiltrarse al suelo y de esta forma el agua de lluvia utilizada para el uso del edificio se devuelve al terreno de una manera limpia, recobrando el ciclo normal del agua.

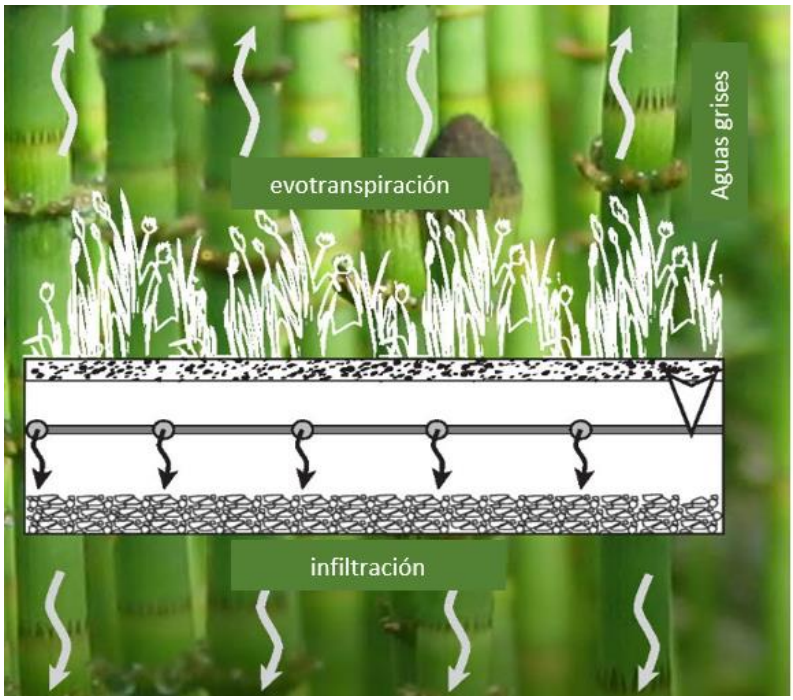



**Figura 18.Drenaje tipo humedal de aguas Bullitt Center**
Fuente: Bullitt Foundation. (2013). Bullitt Center.

8. Reuso de aguas llovidas: El agua llovida que cae sobre el edificio, es recogida desde la azotea y almacenada en el sótano, en camino es filtrada por medio de filtros de vórtice que eliminan las partículas más grandes. Posteriormente, para hacer uso de esta agua, se pasa por una serie de filtros de cerámica, luz ultravioleta y carbón activado, finalmente se le agrega un poco de cloro para evitar la aparición de bacterias. El edificio podría abastecerse por completo haciendo uso del agua llovida, pero por disposiciones legales están conectados al sistema municipal hasta lograr una aprobación de independencia de agua potable.

9. Movimiento entre pisos regenerativo: Mientras que el diseño de las escaleras motiva a las personas a pasar por ellas por su diseño arquitectónico y vista hacia la cuidad, el elevador fue diseñado para funcionar como un carro híbrido, con la energía cinética del frenado de la cabina, se genera energía para ser utilizada en la operación, de esta forma el elevador es un 60% más eficiente para quienes tiene que usarlo.

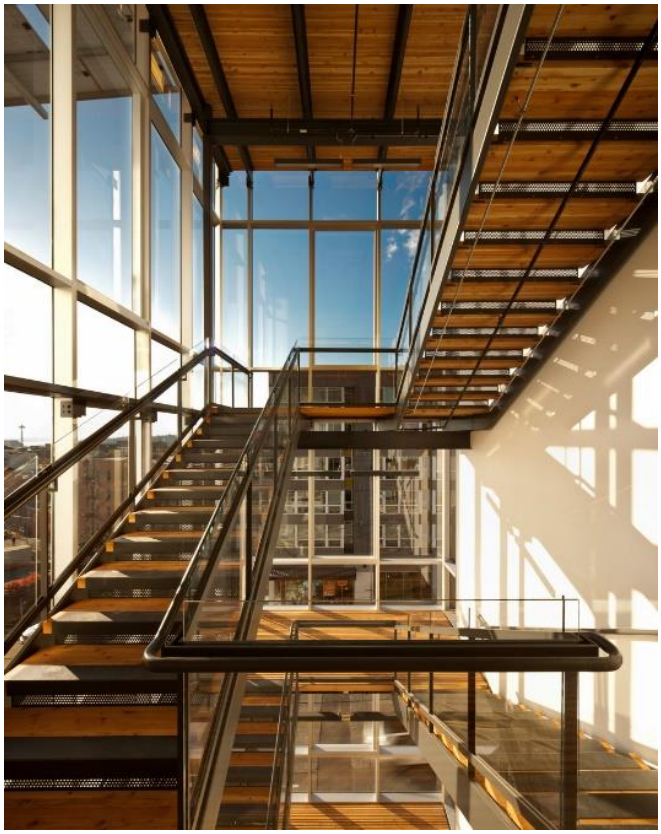


**Figura 19. Sistema paneles fotovoltaicos Bullitt Center**
Fuente: Bullitt Foundation. (2013). Bullitt Center.

10. Estructura del edificio: El edificio está compuesto por tres diferentes materiales dependiendo de las cargas demandadas, el concreto es utilizado en los niveles inferiores, esto debido a las altas cargas de compresión que deben tomar y a pesar de ser un producto con una huella de carbono alta, se consideró no usar aditivos ya que estos en su mayoría contienen químicos de la Lista Roja, la madera utilizada para la estructura desde el segundo piso hacia arriba, es certificada por el Forest Stewardship Council que proviene de tala responsable, toda esta madera utilizada se calcula que secuestra cerca de 545 toneladas métricas de carbono; por último, un núcleo de acero

con tensores ayudan a brindar de capacidad estructural al edificio en caso de un sismo o cargas de viento elevadas.

11. Sistema de ventilación y polarizado: Para los diseñadores de este proyecto una de las partes más importantes era la “piel” del edificio, y como lo describen en la página del Bullitt Center (2016) la “piel” viva es un filtro selectivo que responde al ambiente, para mantener condiciones confortables dentro del edificio, este sistema está compuesto por para soles los cuales se despliegan de diferentes formas para optimizar la luz solar y evitar el calor en el verano, el sistema de ventanearía está compuesto por 3 paneles de vidrio, los cuales mantienen la temperatura deseada al interior y estas pueden ser empujadas hacia afuera para dejar ingresar aire fresco.

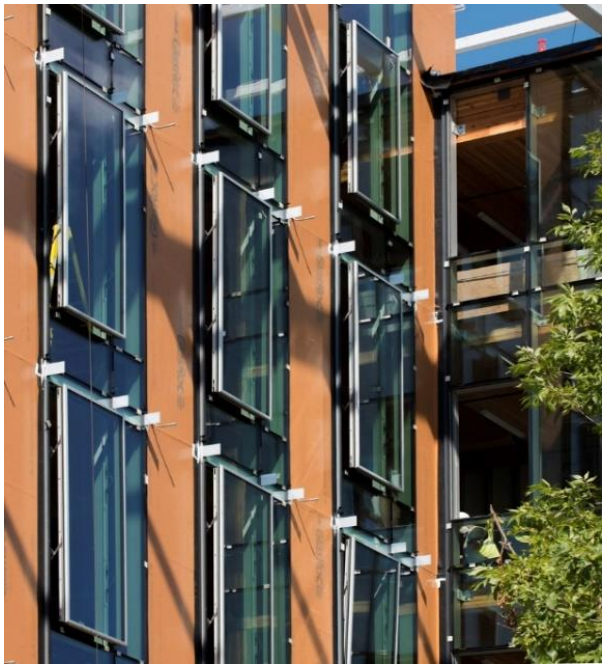


**Figura 20.Sistema paneles fotovoltaicos Bullitt Center**
Fuente: Bullitt Foundation. (2013). Bullitt Center.

12. Parqueo de bicicletas: Por la ubicación del edificio, los diseñadores prefirieron cambiar el estacionamiento para vehículos por 29 estacionamiento para bicicletas, una estación de mantenimiento y reparación y duchas accesibles, de esta forma motivan a las personas a utilizar este medio que soluciona el congestionamiento vial y la salud de las personas.
13. Sistema de inyectores de aire: Adicional al sistema de calefacción y enfriamiento, el edificio está equipado con unos inyectores y extractores de aire que hacen que, al

ingresar el aire del exterior, pase por una bobina que calienta o enfría el aire, dependiendo de la época y, de esta forma, ayudan a evitar que el sistema tenga que trabajar demás para alcanzar la temperatura deseada.

Todos estos aspectos incorporados al Bullitt Center son producto de un proceso de diseño integrado y multidisciplinario con el objetivo de crear un edificio sostenible y de alto rendimiento, este proceso logró su objetivo mediante el a establecimiento de 6 etapas, como lo explica Robert Peña (2014) en su reporte sobre el Bullitt Center par la Universidad de Washington:

1. Establecer objetivos agresivos, de forma que los involucrados en el proceso se comprometieran a obtener los diseños con el mayor rendimiento en cuanto a energía, persiguiendo el “Net Zero”, consumir únicamente lo que se genera.
2. Realizar un análisis del sitio y clima, mediante un trabajo similar a lo propuesto por Regenesis con la “Historia del Lugar”, para así entender las condiciones del sitio que puedo aprovechar y tener en cuenta en los diseños.
3. Diseñar para reducir el uso de energía, tanto como para reducir al máximo el uso de equipo electromecánico e iluminación, como motivando a las personas que habitan el edificio a usar medios físicos como las escaleras y el transporte público o bicicleta.
4. Implementar equipo de alto rendimiento y mediante un controlador con sensores hacer más eficiente su uso en los aspectos que así lo requieren como la temperatura, la iluminación entre otros.
5. Usar solamente energía renovable; mediante la implementación de paneles solares y el uso del calor del subsuelo, el Bullitt Center obtiene toda su energía de fuentes renovables.
6. Verificar el rendimiento, el edificio es monitoreado y operado para contantemente medir su rendimiento y generar informes que permitan determinar puntos de mejora para futuros proyectos.

**Figura 21. Fachada Bullitt Center**
Fuente: Bullitt Foundation. (2013). Bullitt Center.

Como parte de los resultados actual del desempeño del edificio, se toman los dos siguientes gráficos de producción de energía proveniente de los paneles solares contra la demanda de energía del edificio, donde se puede observar que, a pesar de las fluctuaciones por el cambio de estación, el edificio produce más energía que la que consume a través del año:

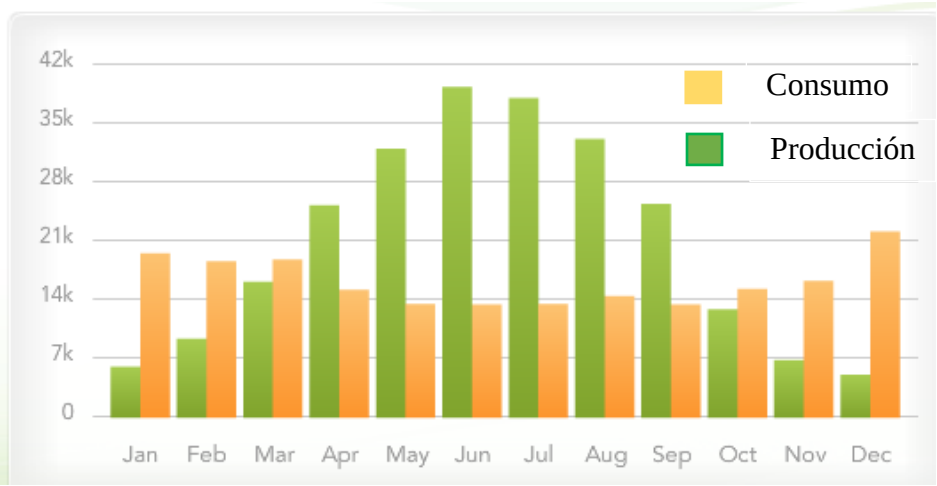



**Figura 22: Control de Producción y consumo de energía Bullitt Center**
Fuente: Bullitt Foundation. (2013). Bullitt Center.

Según la información obtenida en el 2016 se produjeron 250.319 kW/h y se consumieron 194.850kW/h, importante recalcar que esto se logra por la implementación de equipos eficientes y la reducción de demanda de energía mediante el diseño, la

automatización mecánica de elementos y la influencia en las personas. Respecto a la reutilización de aguas llovidas, en el siguiente gráfico se puede observar la cantidad de agua recolectada durante el año, principalmente en la época lluviosa; esta agua es tratada y reutilizada durante el año.

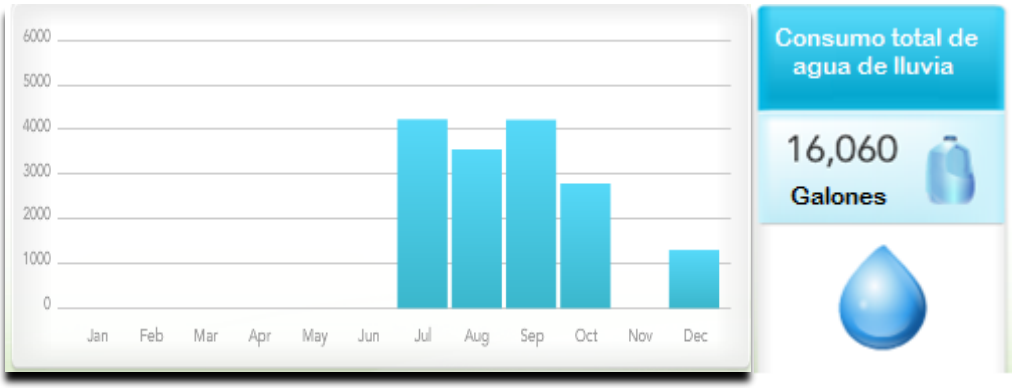



**Figura 23. Control de recolección y consumo de aguas llovidas Bullitt Center**
Fuente: Bullitt Foundation. (2013). Bullitt Center. Traducido por autor.

## 5.4 CIRS (Centre for Interactive Research on Sustainability)

El edificio del CIRS, al igual que el Bullitt Center, fue construido para demostrar que se puede desarrollar proyectos regenerativos y con impacto positivo al ambiente, El CIRS es un centro de investigación de prácticas sostenibles para mejorar el mercado de la construcción sostenible. De esta forma, como se expone en la página web del centro de investigación, en su misión y visión, se toman las siguientes consideraciones:

a. Interdisciplinar, involucrando a todas las áreas técnicas necesarias para obtener mejores resultados.
b. Escala transversal, el impacto y la relación con los sistemas debe ser considerado en su contexto más amplio de forma que se obtenga a partir de un mejor entendimiento de las condiciones, un diseño más eficiente y regenerativo.
c. Balance positivo, el hacer “menos daño” no ha sido suficiente para reversar el daño que el sector de la construcción provoca, por lo que se opta por adoptar prácticas de diseño que permitan realizar proyectos con un impacto positivo al ambiente.

d. Urgencia. La intención es redirigir los métodos de diseño y demostrar que existe la manera de generar un cambio, el cual debe ser en el menor tiempo posible considerando el peligro de continuar de la misma manera en la que se construyen los edificios.
e. Asociación, para hacer posible el cambio es necesario contar con los socios adecuados en el sector público y privado para transmitir el conocimiento adquirido y que sea implementado en los proyectos de construcción y desarrollo de ciudades.

**Figura 24.Fachada CIRS**
Fuente: University of British Columbia. (2016). Center for Interactive Research on Sustainability.

El proceso de diseño y construcción del edificio inicia en el 2008 finaliza en el 2011, con un costo de construcción de 24 millones de dólares, el edificio alcanzó la certificación LEED Platinum y, actualmente, están en proceso de certificación con el Desafío del Edificio Vivo. Al tratarse de un edificio ejemplar y construido como un laboratorio de la construcción sostenible, se cuenta con un sistema de monitoreo robusto que permite una optimización en la operación y al mismo tiempo se recopila información para la generación de informes que sirven para continuar investigando y mejorar el desempeño. Así mismo, el edificio fue diseñado de forma modular para poder ser adaptado al cambio a través del tiempo sin inversiones elevadas de dinero. (University of British Columbia, 2016)

Al ubicarse dentro de un Campus Universitario, el diseño debía contemplar entre otras cosas, las condiciones del lugar, el clima, el contexto universitario y su población, la accesibilidad, el confort, la flexibilidad de adaptación, al mismo tiempo que debía ser económicamente viable. El edificio tiene una forma de U y posee 4 pisos como se observa en la figura 25, en los que se ubican un auditorio en el centro de la U por debajo de una losa verde y en los brazos de la figura laboratorios y oficinas los cuales se conectan por un atrio y un piso principal en el cual se ubican las áreas públicas como el café, el lobby, otro auditorio, entre otros espacios.

**Figura 25. Corte de distribución edificio CIRS**
Fuente: University of British Columbia. (2016). Center for Interactive Research on Sustainability.

El diseño del edificio se realizó siguiendo la metodología desarrollada por la universidad a través de los años y a cargo del Dr. John Robinson, y siguiendo el proceso de diseño integrativo (IDP), trayendo a la mesa todas las necesidades a considerar y a los expertos en la materia, este proceso integrativo incluya la realización de charrettes, las cuales son sesiones de discusión para mejorar el diseño o discutir soluciones, estas sesiones se realizaron de la siguiente manera:

1. Marzo 2008, Revisión de los principios de diseño.
2. Junio 2008, Abastecimiento, tratamiento y re-uso de aguas.
3. Junio 2008, Iluminación natural e incidencia solar.
4. Junio 2008, Modelación de energía.

Adicional a este proceso integrativo, una herramienta que facilitó el diseño fue el uso de un modelador de información del edificio conocido como BIM (Building Information Modeling) por sus siglas en inglés, el cual, a partir de una base de datos del edificio, facilita la toma de decisiones y la visualización del proyecto antes de ser construido, esta herramienta permite hacer modelación de energía y obtención de resultados a partir de la información ingresada.

Todos los aspectos constructivos del proyecto se describen a continuación, según lo indicado en página web del proyecto de la Universidad de la Columbia Británica. (2016):

1. La estructura: toda la estructura es de madera con mínimas cantidades de concreto y acero, la madera utilizada es llamada "Glued-laminated timber", la cual consiste en láminas de madera con un pegamento de alto nivel de adhesión. Las piezas están compuestas por maderas de picea, pino y abeto, todas originales de La Columbia Británica, por lo que su producción es local. Por parte de los diseñadores, la mejor manera de comprobar el beneficio del uso de la madera en este proyecto fue realizar una medición de la cantidad de dióxido de carbono secuestrado en toda la madera del proyecto y compararla contra todo el dióxido de carbono asociado a la producción, transporte y uso de todo el resto de materiales utilizados en el proyecto, 600 toneladas de dióxido de carbono secuestrado vs. 525 toneladas de Dióxido de carbono asociado como se puede observar en la siguiente figura.

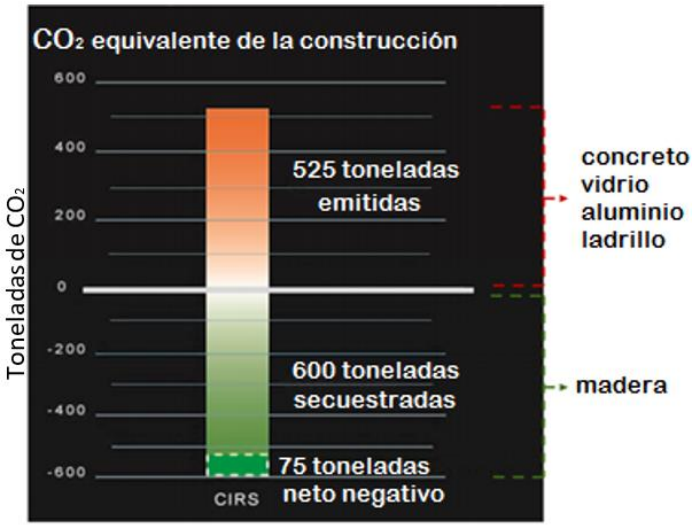



**Figura 26. Balance de dióxido de carbono construcción del CIRS**
Fuente: University of British Columbia. (2016). Center for Interactive Research on Sustainability. Traducido por autor.

2. Los materiales: “los materiales de construcción son de los elementos en un edificio sostenible que pueden tener mayor impacto ambiental, tanto al interior como al exterior del edificio” (CIRS.2015). En el proceso de diseño del edificio los materiales representaron un significativo análisis desde el cual se debía considerar el impacto ecológico y la salud humana, desde una perspectiva económica y de durabilidad, así como la importancia de utilizar productos locales para reducir la huella de carbono.

Para la selección de los materiales a utilizar, fueron utilizados los principios del Desafío del Edificio Vivo respecto a los materiales de construcción:

- No utilizar productos que contengan químicos de la Lista Roja.
- Medir la Huella de carbono.
- Utilizar solo madera certificada.
- Utilizar materiales locales o dentro de un radio determinado.
- Utilizar materiales duraderos de forma que puedan ser reutilizables o reciclables.

Los materiales más relevantes en el diseño del edificio CIRS fueron:

a. La madera: utilizada para la estructura la cual es certificada en su mayoría.
b. El ladrillo de cemento blanco: el cual es producido localmente, reduciendo la huella de carbono.
c. Paneles de cedro teñido: utilizado en la fachada por la capacidad de resistir al clima del lugar.
d. Revestimientos vegetales en paredes y losa: se utilizó en las losas, arbustos adecuados al clima y para la pared verde se utilizó vid de chocolate, ayudando a eliminar la isla de calor en el edificio.
e. Metales galvanizados: para el momento en el que se desarrollaba el proyecto, el Cascadia Region Green Building Council, responsables del Desafío del Edificio Vivo en la zona, tenían dudas sobre el comportamiento de metales galvanizados expuestos al exterior, ya que se creía que podrían desprender cadmio, uno de los químicos tóxicos de la Lista Roja por lo que en el proyecto se optó por utilizar epoxy o la aplicación de sandblasteado para los acabados en metales.

Los sistemas de energía: El edificio cuenta con una configuración de paneles fotovoltaicos que le proporcionan toda la energía necesaria para la demanda eléctrica del mismo, adicionalmente, se diseñó un sistema para tomar la energía del subsuelo y del vapor proveniente del laboratorio del edificio contiguo al CIRS y, de esta forma, obtiene la energía para el sistema de control de temperatura, incluso se genera la suficiente para devolver al laboratorio.

Los sistemas de recolección de aguas: En edificio es diseñado para ser autosuficiente en el abastecimiento de agua potable, para lo que integran un sistema de recolección de agua llovida en todas las cubiertas de techo, el agua se almacena en unos cisternas de 107000 litros ubicados en el sótano para luego pasar a una serie de filtros de arena, finos y carbón activado, por último, se aplica una desinfección con filtro ultravioleta, pequeñas cantidades de cloro y bicarbonato de sodio para alcanzar la alcalinidad requerida.

El tratamiento del agua residual: las aguas negras son enviadas a un sistema de tratamiento especialmente diseñado por la empresa ECO-TEK, el cual consiste en una serie de tanques de sedimentación y aireación en los que unas bacterias digieren la materia fecal, parte de estas bacterias se encuentran en la parte superior de los tanques, lo cual permite que unas plantas llamadas Equisetum conocidas como Colas de Caballo ubicadas en la parte superior, tomen el dióxido de carbono y algunos nutrientes al mismo tiempo que sus raíces proporciones un hábitat adecuado para las baterías. Para ser reutilizada el agua pasa por una serie de filtros y procesos de desinfección y por último es utilizada para servicios sanitarios e irrigación de la pared verde y jardines.

Áreas verdes: Al tratarse de un proyecto que contaba con un espacio limitado y prácticamente toda su área debía ser construida, las áreas verdes se limitaron a la losa verde ubicada al centro del proyecto sobre el auditorio y una pared verde al costado oeste, por ello, ambas áreas debían ser diseñadas para dar belleza al edificio y contacto con la naturaleza, el jardín central está compuesto por especies nativas lo que reduce la necesidad de irrigación y permiten atraer aves e insectos, el agua que cae sobre la losa es retenido en una capa especial debajo del sustrato y es canalizada al subsuelo. La pared verde está diseñada para que brinde sombra durante el verano y que no impida el paso del viento y la iluminación, como se observa en la figura x la pared se compone de paneles paralelos con cierta inclinación hacia

el edificio, además la especie colocada vid de chocolate pierde sus hojas durante el otoño y el invierno y las recupera en el verano, ayudando a dar protección durante el verano y permitir que durante el invierno por el contrario el edificio reciba mayor incidencia solar e iluminación.

**Figura 27. Pared verde en las diferentes temporadas del año CIRS**
Fuente: Sustainable Architecture and Building Magazine. (2012). Center for Interactive Research on Sustainability Designed to be the most sustainable building in North America Traducido por autor.

La iluminación: Inicialmente, la totalidad del edificio se pensaba abastecer de luz natural durante el día, pero por las necesidades de los diferentes usuarios y la necesidad de particiones internas llevó al equipo de diseño a utilizar ciertos dispositivos de alto rendimiento como luz LED y fluorescentes T5, combinado con métodos pasivos de iluminación permiten combinar y utilizar únicamente la iluminación artificial necesaria. El sistema de iluminación fue modelado para optimizar el diseño, obteniendo como resultado reducir un 56% del uso promedio de energía para iluminación en un edificio, de 36kWh/m2/año a 15.7kWh/m2/año.

La ventilación: La mayoría de las habitaciones y espacios utilizan ventilación natural, por su forma en U, se aprovecha la ventilación cruzada mediante una doble fila de ventilas que se operan al gusto de las personas, además cuenta con un sistema de ventilación

tanto caliente para el invierno como fresca para el verano, mediante difusores de aires en el entrepiso y sensores en todo el edificio que monitorean las temperaturas para obtener un ambiente confortable al interior.

El desarrollo de este proyecto permite enumerar varias lecciones aprendidas para el proceso de diseño de un edificio regenerativo, las cuales se obtienen del manual del edificio.

- Encontrar las oportunidades del lugar optimiza el diseño.
- Crear espacios sencillos para permitir la flexibilidad a través del tiempo.
- Involucrar a las personas en el proceso para conocer sus necesidades.
- Balancear los espacios para permitir un mejor uso del espacio.
- Entender y utilizar el objetivo de las regulaciones para permitir la innovación.
- Utilizar los Charrettes desde el inicio del proceso de diseño.
- Incorporar a los interesados en el proceso de diseño.
- Fomentar la colaboración entre disciplinas para optimizar diseños.
- Designar un moderador experto en los charrettes.
- Asegurar la continuidad de los participantes principales en los charrettes.
- Empapar adecuadamente a los integrantes externos al participar en el proceso de diseño.
- Utilizar el modelado de información de edificios en cuanto sea posible.
- Asignar tareas para preparar a los participantes de los charrettes de forma que se obtengan resultados en las reuniones.
- Permitir y fomentar la innovación.

# 6. Legislación vigente en Costa Rica, relacionada en el proceso del diseño de una edificación utilizando Desarrollo Regenerativo

Toda tramitología relacionada con la construcción tomará parte del proceso normal del diseño y construcción de cualquier proyecto desarrollado en este país, pero a continuación se identifican los siguientes aspectos relevantes, los cuales tendrán una afectación más directa con las decisiones del proyecto a desarrollar bajo la óptica del tema en cuestión, para lo cual se mencionan cada una por separado analizando su relación con el Diseño Regenerativo de un edificio, analizando dos grupos.

## 6.1 Ley 7600 y Reglamento de Ley de igualdad de oportunidades para las personas con discapacidad

Esta ley, así como su reglamente son creados con la intención de lograr la igualdad entre personas sin importar si cuentan con algún tipo de discapacidad física o mental, de forma que cuenten con las mismas posibilidades, libertades y accesibilidad que cualquier otra persona, relacionado a la construcción de un proyecto, para el cumplimiento de esta ley su reglamento y, de igual manera, se estaría cumpliendo con la ley 8661 se podrían utilizar los siguientes documentos como guías:

- El CFIA ofrece un manual llamado: “Guía Integrada para la Verificación de la Accesibilidad al Entorno Físico.”
- Existen además 23 normas de INTECO, las cuales brindan una buena guía para la Accesibilidad de espacios físicos en edificaciones.
- Las Normativas Norte Americanas como la ADA son guías bastante robustas respecto a la accesibilidad de espacios.

## 6.2 Ley 7575. Ley Forestal

Esta ley vela por la conservación de los bosques y la naturaleza, al igual que regula la producción y aprovechamiento de los recursos forestales de forma que se garantice la sostenibilidad; de igual forma, fomenta las actividades silviculturales y establece una serie de incentivos para la conservación, así mismo establece que se deben proteger las áreas

aledañas a nacientes, ríos y quebradas, lagos y otros cuerpos de agua, así como también la prohibición de tala de árboles en estas zonas de protección. Lo cual es muy positivo y acorde al Diseño Regenerativo en la intención de resguardar los cuerpos de agua y establecer una zona de desarrollo de vida alrededor de esta, con la intención de activar los ecosistemas permitiendo el desarrollo de ciclos de evolución y sostenibilidad, así como incentivar a las personas a reforestar zonas que han sido dañadas utilizando especies nativas que generen un impacto positivo al ambiente.

Esta ley podría ser una limitante en el entendido que, dentro de un proyecto, se identifiquen especies de árboles o arbustos dentro de la zona de protección que no son las adecuadas y que no estén generar un impacto positivo al medio en el que se encuentra, en este caso se tendría que recurrir a un especialista para realizar un análisis y proponer una solución a la entidad encargada.

## 6.3 Ley 276. Ley de Aguas

Esta ley vela por vigilar todo lo concerniente al agua potable, recolección y evacuación de aguas negras y residuos industriales líquidos. El AyA, mediante la ley 2726, es el encargado de velar por la protección y administración del recurso hídrico, esta ley va acorde a lo propuesto en el Diseño Regenerativo en cuanto la importancia de administrar adecuadamente el recurso, así como fomentar su protección y correcta disposición de los desechos.

## 6.4 Ley 8228 Bomberos

Mediante esta ley el Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica es nombrado para realizar la revisión de requisitos técnicos para proyectos, mediante un grupo de ingenieros esta institución revisa el cumplimiento con el manual de disposiciones técnicas al reglamento de seguridad humana y protección contra incendios del Cuerpo de Bomberos de Costa Rica y la NFPA 101, estas medidas son de gran importancia para la seguridad de las personas en el espacio construido de un proyecto.

## 6.5 Ley 7554. Ley Orgánica del Ambiente

Esta ley en el artículo 17 establece que las actividades humanas que alteren o destruyan elementos del ambiente o generen residuos materiales tóxicos o peligrosos, requieren una evaluación de impacto ambiental por parte de la Secretaría Técnica Nacional Ambiental, de igual forma en el capítulo 43 Obras de infraestructura, donde indica que toda obra que se construya dentro de estas zonas no debe dañar los ecosistemas existentes, de existir debe realizarse un estudio ambiental.

## 6.6 Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales

Este reglamento se crea con el fin de proteger el recurso hídrico y la calidad de vida de las futuras generaciones. En el capítulo II del reglamento, se encuentran los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos que deben cumplir las aguas residuales antes de ser vertidas en un cuerpo receptor o alcantarillado sanitario, tales como:

- Caudal
- Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5,20)
- Demanda Química de Oxígeno (DQO)
- Potencia de hidrógeno (pH)
- Grasas y aceites (GyA)
- Sólidos sedimentables (SSed)
- Sólidos suspendidos totales (SST)
- Sustancias activas al azul de metileno (SAAM)
- Temperatura (T)

Adicional a estas características, en el artículo 15, establece otros parámetros complementarios dependiendo del tipo de proyecto y sus aguas residuales, en su mayoría relacionados con metales pesados.

En el capítulo III, artículo 18 del reglamento, se establecen los límites para los parámetros de análisis de las aguas residuales vertidas en el alcantarillado sanitario:

**Tabla 6.Límites de parámetros de análisis de aguas residuales vertidas al alcantarillado**

| Parámetro | Límite máximo |
|---|---|
| DBO | 300mg/L |
| DQO 5,20 | 750mg/L |
| Sólidos suspendidos | 300mg/L |
| Sólidos sedimentables | 5ml/l |
| Grasas y aceites | 50mg/L |
| Potencial hidrógeno | 6 a 9 |
| Temperatura | Entre 15 grados y 40 grados |
| Sustancias activas al azul de metileno | 5mg/L |

Fuente: Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales No. 33601

Adicional a estos límites, en el artículo 19, se establecen los límites de los parámetros complementarios según el tipo de aguas residuales.

En el capítulo III, artículo 20 del reglamento, se establecen los límites para los parámetros de análisis de las aguas residuales vertidas a un cuerpo receptor.

**Tabla 7. Límites de parámetros de análisis de aguas residuales vertidas a un cuerpo receptor**

| Parámetro | Límite máximo |
|---|---|
| DBO | 50mg/L |
| DQO 5,20 | 150mg/L |
| Sólidos suspendidos | 50mg/L |
| Sólidos sedimentables | 1ml/l |
| Grasas y aceites | 30mg/L |
| Potencial hidrógeno | 5 a 9 |
| Temperatura | Entre 15 grados y 40 grados |
| Sustancias activas al azul de metileno | 5mg/L |

Fuente: Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales No. 33601

Adicional a estos límites, en el artículo 21, se establecen los límites de los parámetros complementarios según el tipo de aguas residuales. En los artículos 22, 23, 24, 25 y 26 establece algunos otros límites relacionados a variaciones.

En el capítulo IV del reglamento, se establecen las condiciones en las que se permite el reuso de aguas, los tipos y establece los límites de parámetros de análisis, así como los muestreos mínimos a realizar.

Tipos:

- Reuso urbano para riego.
- Riego con acceso restringido.
- Reuso agrícola en cultivos de alimentos que no se procesan previo a su venta.
- Reuso agrícola en cultivos de alimentos que se procesan previo a su venta.
- Reuso agrícola en cultivos no alimenticios.
- Reuso recreativo.
- Reuso paisajístico.
- Reuso en la construcción.

Los parámetros y límites según su tipo, de análisis obligatorio para aguas residuales ordinarias son:

**Tabla 8. Límite de paramentos de análisis según tipo de reuso**

| Tipo de Reuso | Parámetros | |
|---|---|---|
| | Nematodos intestinales (Promedio aritmético #de huevos por litro) | Coliformes fecales (NMP/100mL) |
| 1 | 1 | 1000 |
| 2 | 1 | 10000 |
| 3 | 1 | 1000 |
| 4 | 1 | 10000 |
| 5 | 1 | 1000 |
| 6 | 1 | 10000 |
| 7 | 1 | - |
| 8 | 1 | 1000 |

Fuente: Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales No. 33601

Algunas otras características importantes:

A. Se debe medir el caudal.
B. Los análisis microbiológicos respecto a Coliformes fecales se practicarán en una muestra compuesta de al menos seis muestras simples distribuidas en el período diario de reuso. Los resultados se reportarán en unidades consistentes con el método de análisis empleado.
C. Para el tipo de reuso 3, para árboles frutales no se deberá utilizar riego por aspersión, el parámetro para Coliformes fecales puede variar hasta 105NMP/100mL, siempre y cuando se suspenda el riego de dos semanas antes de la cosecha y no se recojan los frutos caídos.
D. Para el tipo 4, el riego debe cesar dos semanas antes de la cosecha.

E. Para el tipo 5, debe evitarse el pastoreo de ganado durante los quince días siguientes a la finalización del riego, de lo contrario el límite máximo de Coliformes fecales no debe exceder los 1000 NMP/100mL.
F. El agua reutilizada no debe ser irritante para la piel o los ojos, debe ser clara y sin olores molestos, tampoco debe contener sustancias tóxicas por ingestión.

Adicionales a estos para las aguas residuales especiales se debe analizar los siguientes parámetros, según sus límites establecidos en el artículo 32 del reglamento:

- Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO 5,20)
- Demanda Química de Oxígeno (DQO).
- Potencial hidrógeno (pH).
- Grasas y aceites (GyA).
- Sólidos sedimentables (SSed).
- Sólidos suspendidos Totales (SST).
- Temperatura (T).

## 6.7 Reglamento de Generación distribuida para autoconsumo con fuentes renovables modelo de contratación medición neta sencilla

Este reglamento entre otras cosas establece las responsabilidades de las empresas distribuidoras y de los consumidores, además de que establece los siguientes aspectos importantes:

a) En su artículo 14 indica los tipos de productor-consumidor, los cuales básicamente se diferencian por estar interconectados a la red de distribución o no.
b) En su artículo 34 indica que el productor-consumidor deberá consumir por lo menos el 51% de la energía generada anualmente con su sistema, el restante 49% lo podrá inyectar al sistema de distribución para ser utilizado en cualquier momento a una tarifa especifica dependiendo de la empresa de distribución en un periodo máximo de un año.
c) En el artículo 44, establece que la capacidad máxima de todos los sistemas de generación conectados en un mismo circuito, no deberán exceder el 15% de la demanda máxima anual de circuito. Por ello, en los artículos 21 y 22, indica que se debe reservar la disponibilidad de potencia en el circuito respectivo a la ubicación del sistema.

d) Por la modalidad contractual establecida de medición neta sencilla, se deben instalar dos medidores, de forma que se pueda conocer la producción de energía y el consumo.
e) Cada empresa distribuidora debe generar el procedimiento, requisitos, plazos entre otros para la implementación de la actividad y garantizar el cumplimiento de las normas establecidas.

Entre otros aspectos importantes, el plan regulador de cada Municipio en el cual se ubique el proyecto, será de gran utilidad para obtener la información necesaria para conocer el uso del suelo, la cobertura máxima de lote, altura máxima en caso de requerirlo, retiros, lineamientos adicionales por parte de alguna entidad como el MOPT, Ministerio de Salud, entre otros. Ya que será mediante la Municipalidad con quien se gestione cada permiso antes de realizar la obra.

# 7. Recomendaciones para implementar el Diseño Regenerativo en los proyectos del Banco Nacional

A continuación, se desarrollan recomendaciones basadas en la teoría del Diseño Regenerativo y de los ejemplos de proyectos regenerativos desarrollados en esta investigación, es importante recordar que no todas las recomendaciones serán aplicadas a todo tipo de proyecto, la lista se debe analizar según el tipo de proyecto para identificar que será aplicable y que no, ya que las recomendaciones se realizan tomando como base un edificio para el Banco Nacional, además que para ser efectivas y cumplir con su propósito, se debe tener en cuenta siempre el propósito del Diseño Regenerativo, el cual es lograr proyectos que aporten positivamente al ambiente y a las personas.

## 7.1 Proceso de planeación y diseño

1. Realizar una recopilación de la información del sitio, tomando la idea planteada por el Grupo Regenesis del proceso de “Entender la relación con el sitio” y la “Historia del Lugar”. Una vez que se cuente con la ubicación del proyecto asignado, este proceso serviría para identificar aspectos culturales, climáticos, sociales, religiosos entre otros que puedan ser influyentes en el proceso de diseño del proyecto y servirán de insumos para las propuestas realizadas, esta información se puede obtener de sitios como el Instituto Meteorológico Nacional, el Centro de Investigación Agronómicas de la Universidad de Costa Rica, en las Municipalidades y otras instituciones del gobierno y de investigación que sea consideradas como centros de información, esto dependerá de la ubicación del proyecto y las consideraciones que se quieran tomar en cuenta, a continuación tomado de las herramienta expuestas en el capítulo 4, se brindan algunos aspectos que podrían considerarse dentro del proceso:
   - Información meteorológica: Precipitaciones, viento, radiación solar.
   - Biodiversidad local: Flora y Fauna
   - Información de la composición del suelo
   - Información histórica sobre el uso del suelo, cultura y religión, principales actividades económicas y sociales, estilo de vida.
   - Disponibilidad de servicios, agua, luz, transporte, entretenimiento, salud.

- Ubicación, zonas aledañas.
- Peligros y problemáticas
- Aspectos más valorados en la comunidad.
- Principal aporte de una entidad Bancaria a la comunidad.

2. Desarrollar reuniones compartidas (Charretes) entre los interesados del proyecto para mejorar la comunicación y toma de decisiones de todas las consideraciones del diseño, así como recibir retroalimentación por parte de los futuros usuario del proyecto, al menos 2 en el proceso de diseño y otras 2 en el proceso constructivo, dentro del proceso constructivo las reuniones compartidas sirven para la toma de decisiones en conjunto durante la marcha del proyecto, así como para enterar a todo el grupo de trabajo de estado actual y posibles cambios, de forma que se eviten malos entendidos y problemas por falta de información.

3. Realizar una revisión de los estándares de materiales utilizados por el banco, con respecto a sus componentes, para identificar si poseen químicos o materiales de la Lista Roja, o se encuentran dentro de los productos con COVs de la CDPH Estándar M V1.1 2010 o si alguno de ellos se encuentra dentro de la lista Declare o Specifier, así como verificar su lugar de procedencia para analizar el transporte, analizando estas características se puede identificar los más dañinos y con mayor huella de carbono asociada, para luego valorar el mercado nacional para identificar cuáles podrían ser sustituidos por productos más amigables con el ambiente. Este proceso de investigación es extenso por lo que puede tomarse incluso años y no necesariamente se podrán encontrar todos los componentes de los materiales por la falta de información por parte de los proveedores.

Como por ejemplo los productos de cielo raso de la marca Armstrong World Industries Inc. Utilizados por el Banco Nacional, mediante la página de Declare se obtiene la siguiente información de la etiqueta del producto:

**Figura 28. Etiqueta Declare para productos**
Fuente: International Living Future Institute. Declare Products.

4. Realizar una investigación adicional de productos existen en el mercado, producidos con materias primas recicladas que puedan incorporarse para el proceso constructivo y operación del proyecto, siempre y cuando se realice el mismo análisis de materiales expuesto en el punto 2. Esto se puede implementar para el proceso constructivo y para la operación.

5. Implementar el uso de energías renovables, principalmente la energía solar bajo el debido estudio de factibilidad y diseño requerido, partiendo del simple análisis de que el horario normal de la mayoría de sucursales bancarias coincide con la franja horaria de mayor disponibilidad de energía solar como se observa en la figura 29. De forma que la energía que se produce por lo sistemas fotovoltaicos es consumida en el momento, lo que disminuye la necesidad de invertir en almacenamiento de energía y con la posibilidad de utilizar el sistema de medición neta sencilla propuesto en la legislación vigente, es posible tomar la energía que sea necesaria fuera del horario de producción. La instalación de un sistema fotovoltaico requiere de ciertos componentes, pero puede instalarse tanto en edificaciones ya construidas como en nuevos proyectos. En el país existen varias empresas con gran trayectoria en mercado que ofrecen el servicio de venta y mantenimiento de sistemas fotovoltaicos.

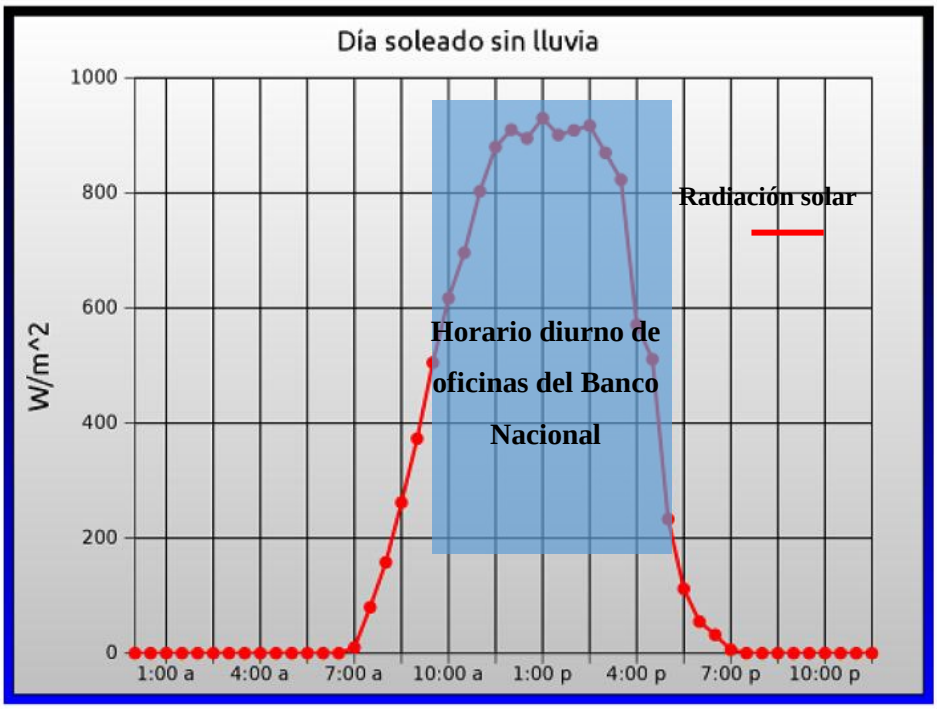



**Figura 29. Gráfico de disponibilidad de irradiación solar durante un día soleado**
Fuente: SESLab. TEC. Evaluación del recurso solar. 2016.

6. Incorporar el reuso y tratamiento de aguas llovidas, y grises y negras, mediante un sistema que permita alcanzar las condiciones necesarias para utilizar las aguas para inodoros y riego, así como implementar humedales posteriores al tratamiento de aguas negras para permitir purificar aún más el agua antes de colocarla en el subsuelo o en algún sistema de alcantarillado, como se observó en el ejemplos de los edificios CIRS y Bullitt Center, de esta forma se reduce significativamente el uso del agua, dejando el uso de agua potable solamente para el consumo humano. El diseño se puede incluir dentro de los requisitos del proceso de contratación, implementando equipos prefabricados para la recolección de aguas llovidas y pequeñas plantas de tratamiento los cuales se encuentran en el mercado o puede ser contratado por separado, ya que en el país existen diferentes empresas que se dedican específicamente al diseño y colocación de estos sistemas.

7. Utilizar sistemas de ventilación cruzada, inyectores de aire con reducción de humedad entre otros equipos mecánicos que permita reducir el uso de equipo electromecánico de alta demanda energética, tomando de la información del sitio, la ubicación del edificio y otros datos iniciales, se puede sacar provecho de la dirección del viento, implementando ventanearía mecánica que permita a las personas ajustar al gusto la ventilación, un parámetro de diseño apropiado es utilizar la guía del ASHRAE 62 Indoor Air Quality, la cual, mediante 8 objetivos, detalla estrategias para obtener una alta calidad del ambiente interno, haciendo uso del aire externo con las condiciones adecuadas considerando aspectos como la humedad y los contaminantes presentes en el aire.

8. Implementar sistemas de protección solar como parasoles y paredes verdes que ayuden a reducir el efecto de isla de calor, utilizando los insumos de la información del sitio respecto a la flora, la temperatura, la trayectoria del sol entre otros. Como se observó en los ejemplos de proyectos en las fachadas con mayor incidencia solar es posible implementar parasoles y paredes verdes que al mismo tiempo cumplen la función de jardines verticales aportando belleza escénica. La implementación de estos sistemas reduce la temperatura interna, por lo tanto, aportan en el ahorro de energía.

9. Utilizar sistemas de medición que permitan mantener bajo control las condiciones internas del edificio y permitan recuperar datos del desempeño de los equipos electromecánicos. Existen sistemas de control que mediante softwares permiten conocer las condiciones de los equipos y datos a través del tiempo. Algunas de las variables que deben ser monitoreadas son: la temperatura, humedad, iluminación, niveles de agua en tanques de aguas potable, recolectadas, negras y la producción de energía solar, estos datos permitirán analizar el consumo y la producción para obtener resultados de desempeño y detectar reparaciones, mantenimientos preventivos y oportunidades de mejora.

10. Promover el uso de transporte humano mediante la apertura de más espacios para el uso de bicicletas, como los racks o parqueos, lockers y duchas. De esta forma, se fomenta reducir el uso del automóvil y por lo tanto la contaminación ambiental relacionada con el transporte. Esto se debe implementar en todos los proyectos tanto para los empleados como para los clientes, inclusive de forma más necesaria en zonas rurales donde más personas utilizan este tipo de transporte, el dato de la cantidad necesaria se podrá obtener de la investigación sobre la información del sitio. En el país existen empresas como s que ofrecen el diseño y confección a la medida de los parqueos para bicicletas, de igual forma se pueden fabricar dentro del proceso constructivo o de remodelación de edificios. El Banco Nacional ha implementado ya en varias sucursales los estacionamientos y mediante el programa BN-Cletas se han adaptado varios espacios para los funcionarios, por lo que solo se debe continuar con el programa y hacerlo aún más intensivo para fomentar a más personas a utilizarlo.

11. Diseñar escaleras que motiven al movimiento y no al uso del elevador, mediante un diseño arquitectónico adecuado, se lograría que las personas se sientan atraídas a hacer uso de las escaleras y no recurrir al elevador, en el capítulo de ejemplos se observó que dotar de características como el uso de la madera, el uso de ventanearía con vista al exterior, la iluminación y el confort, atraen a las personas a preferir el uso de las

escaleras. De esta forma, se reduciría el uso de energía y se fomenta la movilidad de las personas.

## 7.2 Proceso de construcción

12. Implementar métodos y materiales modulares para reducir el desperdicio. Algunos como los bloques de concreto modular, paneles de paredes livianas, cubiertas de techo entre otros materiales que se ajusten al diseño y se evite el corte y desperdicio de materiales, además de permitir que el proyecto sea transformable a través de los años y se ajuste a las necesidades sin costos elevados de transformación.

13. Hacer uso de la madera certificada cultivada en el país, desde estructuralmente hasta decorativa en elementos como puertas, rodapiés, escaleras, cielos, entre otros, considerando que la madera secuestra grandes cantidades de carbono, como se menciona en el capítulo de ejemplos en el edificio del CIRS. En el país se adoptó la implementación de la certificación de triple resultado, lo que quiere decir que es responsable en cuanto a tres áreas, social, económica y ambiental. En cuanto a la disponibilidad del recurso, según un informe de la Oficina Nacional Forestal (2015) en el año 2015 el 71.3% de la madera consumida en el país fue producida localmente mientras que el restante 28.7% fue importada y para la construcción se utilizó apenas un 25,4% del recurso. Lo cual es un porcentaje bajo para la disponibilidad del recurso, considerando que proviene de una fuente renovable, sostenible y responsable.

14. Implementar prácticas de reciclaje y documentarla, en el proceso constructivo todos los desperdicios se deben clasificar y destinar a reciclaje, para esto se deben destinar espacios y procedimientos para la clasificación de productos, de esta forma se reduce la cantidad de basura generada en el proceso constructivo. Finalmente, al documentar esta información, se obtiene un resultado de aprovechamiento de los recursos y disminución del impacto constructivo.

15. Implementar una política de reducción de agua mediante el uso de agua reciclada y tratada para el proceso constructivo, mediante la implementación de recolección de agua

llovida debidamente tratada, el uso de cilindros para el lavado y reducción de uso de agua potable.

16. Fomentar la contratación de personal local, al implementar esta medida se reduce la contaminación asociada al transporte y se aporta un beneficio social a la comunidad donde se ubique el proyecto.

## 7.3 Operación

17. Medir la huella de carbono. Implementar la medición de la huella de carbono asociada a los proyectos desarrollados por el banco, permitiría verificar las actividades y productos de mayor contaminación, así como las que reducen o atrapan carbón y por último obtener el balance final. Con esta información se pueden implementar cambios para disminuir cada vez más huella de carbono y contribuir en el proyecto país de carbono neutralidad. Existen diferentes programas para el cálculo de la huella de carbono, así como metodologías internacionales entre las que se puede mencionar, PAS 2050:2011, GHG Protocol y normas como la ISO 14067, la cual describe la metodología para cuantificación de la huella de un producto, pues como lo expresa Ortiz y Solano (2016). Los edificios son el producto de un proceso que incorpora diferentes materiales en su proceso.

18. Desarrollar planes de mantenimiento y limpieza que utilicen únicamente productos amigables con el ambiente y biodegradables. Todos los productos utilizados deben indicar la información sobre los ingredientes utilizados de forma que se pueda comprobar su composición y cumplimiento.

19. Elaborar de planes de mantenimiento de equipos e infraestructura para mantener su optimo desempeño, el monitoreo constante permite mantener las condiciones deseadas en la infraestructura y a largar la vida útil. La recomendación de implementación de equipo de medición realizada anteriormente sirve de insumo para generar históricos que permitan optimizar cada vez más las rutinas del plan de mantenimiento.

20. Fomentar el viaje compartido o carpooling, la cual consiste en una modalidad de carro compartido, en respuesta a la problemática del congestionamiento vial y al pertenecer a una misma institución, mediante una política de carpooling, compañeros de trabajo en las oficinas y complejos del banco podrían compartir viajes en función de su destino, ayudando a reducir la cantidad de carros en las calles y reduciendo la cantidad de parqueos necesarios para los funcionarios. En el país se encuentran disponibles aplicaciones para la implementación del carpooling o se puede desarrollar metodologías propias.

21. Elaborar de informes de desempeño anuales que permitan analizar los datos de los equipos incorporados al edificio, de esta manera se puede tener paramentos de ahorro respecto a otras edificaciones convencionales y mantener un historial que permita valorar la vida útil de los equipos respecto a su eficiencia contra la oferta de equipos en el mercado.

22. Publicar y compartir la información del proceso del proyecto, en el cual se describa todo el proceso realizado desde el diseño hasta la operación, incluyendo los informes de desempeño, de esta manera más personas y empresas se verán motivadas a utilizar medidas sostenibles y eficiencia en sus proyectos, esto generaría un impacto cada vez a mayor escala que permitiría cambiar el modelo de negocio de la construcción en el país. De igual forma, esta documentación permitiría optar por algún sistema de certificación, para lo cual se tendría que consultar por separado para conocer los datos solicitados.

23. Realizar más proyectos para la comunidad donde se realice el proyecto, respecto a educación financiera y mejoras en la comunidad dentro de los alcances bancarios, así como promover más las políticas ambientales ya desarrolladas por el banco aplicadas a cada sector según su ubicación.

# 8. Conclusiones

- Del análisis realizado a la teoría del Diseño Regenerativo y a los ejemplos de proyectos regenerativos, se logró desarrollar 23 recomendaciones para la aplicación en un edificio del Banco Nacional, las cuales se clasificaron para cada etapa del proyecto: proceso de planeación y diseño, proceso de construcción y etapa de operación.
- El propósito del Diseño Regenerativo y su aplicación a proyectos de construcción proviene de la evolución de la construcción sostenible en los últimos años, diferenciándose principalmente por la importancia que se asigna al lugar en específico donde se realiza el proyecto y a las conexiones entre los diferentes sistemas que participan alrededor del mismo, de forma que las decisiones del diseño se adapten a las características propias del lugar y se establezca un vínculo de bienestar para todas las partes, social, ambiental y económicamente.
- El proceso de un proyecto del Banco Nacional inicia por una solicitud de la Dirección Comercial del banco, la cual se traslada hasta la Unidad de Compras de Construcción para el planteamiento de los requerimientos, especificaciones, diseño y proceso de licitación según sea la modalidad de desarrollo que tomará el proyecto, la cual puede ser propia, de arrendamiento o mediante un fondo inmobiliario.
- Existen herramientas como LENSES, el Desafío del Edificio Vivo, My Sidewalk y REGEN, entre otras, las cuales guían el desarrollo de proyectos regenerativos al ambiente, permitiendo que, desde el proceso de diseño, se perfilen resultados optimizados e integrativos, algunos de ellos con enfoques en secciones particulares del proceso y otros que sirven de guía, o incluso para obtener certificaciones de reconocimiento; la tecnología permitirá que estas herramientas en desarrollo, se simplifiquen y optimicen los proyectos.
- El análisis de ejemplos de proyectos regenerativos permite comprender la metodología y las decisiones tomadas según cada situación, para aprovechar las lecciones aprendidas en los proyectos a desarrollar, por esta razón, es importante generar un documento público que permita que otras personas puedan conocer de un proyecto desarrollado con esta metodología, sus consideraciones y lecciones aprendidas.

- Considerar aspectos de la legislación vigente en Costa Rica según sea el tipo de proyecto y necesidades, es importante para el conocimiento de los límites y especificaciones de cumplimiento para la implementación de sistemas de reutilización de agua llovida y generación distribuida.
- Este documento establece recomendaciones para el diseño y la construcción de una sucursal del Banco Nacional utilizando la metodología del Diseño Regenerativo; considerando que en un proyecto existen muchos aspectos en los cuales mediante la implementación de un diseño y tecnología adecuada, se puede lograr reducir gastos operativos y generar un impacto positivo al ambiente y a las personas que lo habitan, quienes serán las responsables de asegurar el éxito y el correcto funcionamiento de todas las consideraciones incorporadas en el diseño, por ello, es fundamental incorporarlas en el proceso de diseño y construcción del proyecto.

# 9. Recomendaciones

- Se recomienda a la Universidad utilizar la presente investigación como base para próximos proyectos de graduación relacionados con la aplicación y evolución del Diseño Regenerativo en proyectos de construcción, ya que el tema del desarrollo sostenible ha ido en aumento en los últimos años y continuará en crecimiento con el avance tecnológico.
- Se recomienda a los ingenieros desarrolladores de proyectos implementar medidas de Diseño Regenerativo en proyectos locales, lo cual permitirá con el tiempo que el mercado se ajuste y los precios sean cada vez más accesibles, así como la transformación y creación de nuevos materiales sostenibles.
- Se recomienda a las compañías desarrolladoras de proyectos que apliquen esta metodología en proyectos de tipo comercial, residencial, agrícola y con diferentes alcances como proyectos propios o hasta de planificación urbana, de forma que los gobiernos locales pueden adoptar medidas de este tipo como estándares dentro de sus planes reguladores.

# Bibliografía

Stagno, B y Ugarte, J. (2006). *Ciudades Tropicales Sostenibles, Pistas para su Diseño*. San José: Instituto de Arquitectura Tropical.

Bergman, D. (2012). *Sustainable Design A Critical Guide.* New York: Princeton Architectural Press.

Berkebile, R y Todd, J. A. (2011). *REGEN: Toward a tool for regenerative thinking.* Recuperado de http://dx.doi.org/10.1080/09613218.2012.629112

Bullitt Foundation. (2013). *Bullitt Center*. Recuperado de bullittcenter.org

Cayuga Hospitality. (2017). *Cayuga Collection*. Recuperado de http://www.cayugaonline.com/

Center for Living Environments and Regeneration. (2016). *Lenses Overview Guide, How to Create Living Environments in Natural, Social, And Economic Systems.* Recuperado de http://clearabundance.org/lenses-overview-guide-download/

College of Environmental Design. (2014). *John T. Lyle Center for Regenerative Studies*. Recuperado de https://env.cpp.edu/rs/about-regeneration.

Costa Rica. Ley de Aguas. (27 de agosto de 1942)

Costa Rica. Ley Forestal. (5 de febrero de 1996)

Costa Rica. Ley Orgánica del Ambiente. (9 de agosto de 1995)

Costa Rica. Reglamento a la Ley de Igualdad de Oportunidades para Personas con Discapacidad. (23 de marzo de 1998)

Costa Rica Reglamento a la Ley N 8228 del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica. (19 de marzo de 2002)

Costa Rica. Reglamento de Generación Distribuida para Autoconsumo con Fuentes Renovables Modelo de Contratación Medición Neta Sencilla. (8 de octubre del 2015)

Costa Rica. Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales. (19 de marzo de 2007)

Hess, D y Du Plessis, C. (2015). *Designing for Hope Pathways to Regenerative Sustainability*. New York : Routledge.

Datacenter Dynamics. (2016). *Banco Nacional de Costa Rica comienza la certificación CEEDA*. Recuperado de http://www.datacenterdynamics.es/focus/archive/2016/08/banco-nacional-de-costa-rica-comienza-la-certificaci%C3%B3n-ceeda

Dirección de Cambio Climático. (2016). *Cambio Climático*. Recuperado de http://www.cambioclimaticocr.com/

Instituto Metereológico de Costa Rica. (2016). *Clima en Costa Rica.* Recuperado de https://www.imn.ac.cr/52

Internacional Living Future Institute. (2012). *Living Building Challenge 2.1 Standard.* Recuperado de https://living-future.org/wp-content/uploads/2016/12/Living-Building-Challenge-2.1-Standard.pdf

Internacional Living Future Institute. (2016). *Living Building Challenge 3.0.* Recuperado de https://living-future.org/sites/default/files/15-1215%20Living%20Building%20Challenge%203_0_forweb.pdf

International Living Future Institute. (2014). *Desafío del Edificio Vivo.* Recuperado de https://living-future.org/wp-content/uploads/2016/11/Living_Building_Challenge_3.1_Standard_Spanish.pdf

International Living Future Institute. (2017). *About Declare*. Recuperado de https://living-future.org/declare/declare-about/#overview

Littman, J. (2009). *Regenerative Architecture: A Pathway Beyond Sustainability*. Massachusetts: University of Massachusetts.

La Ecovilla. (2017). *La Ecovilla Costa Rica*. Recuperado de https://www.laecovilla.com/

Laboratorio de Sistemas Eléctronicos para la Sostenibilidad Tecnológico de Costa Rica. (2016). *Programa de Especialización en Sistemas Fotovoltaicos. Evaluación del Recurso Solar.* San José. Instituto Técnológico de Costa Rica.

Mang, P y Haggard, B. (2016). *Regenerative Development and Design A Framework for Evolving Sustainability*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

Playa Viva. (2017). *Playa Viva*. Recuperado de http://www.playaviva.com/en-us/

Real Academia Española. (2001). *Diccionario de la Lengua Española. (22va Ed)*. Consultado en http://www.rae.es/

Reed, B. (2010). *From Sustainability through Regeneration: Whole and Living System Design* [Foro]. Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=BFzEI1rZG_U&t=1335s.

Regenesis Group. Inc. (2016). *Regenesis*. Recuperado de http://www.regenesisgroup.com/

Sustainable Architecture and Building Magazine. (2012). *Center for Interactive Research on Sustainability - Designed to be the most sustainable building in North America.* Recuperado de http://www.sabmagazine.com/blog/2012/12/12/centre-for-interactive-research-on-sustainability-designed-to-be-the-most-sustainable-building-in-north-america/

United Nations Environment Programme. (2012). *UNEP Environment for Development.* Recuperado de http://www.unep.org/sbci/AboutSBCI/Background.asp

University of British Columbia. (2016). *Center for Interactive Reserch on Sustainability*. Recuperado de http://cirs.ubc.ca/

University of British Columbia. (2017). *Center for Sustainable Food Systems at UBC.* Recuperado de http://ubcfarm.ubc.ca/community/permaculture-design-certification-course/

United States Green Building Council. (2017). *US. Green Building Council*. Obtenido de http://www.usgbc.org

# Anexo 1. Entrevista a la Unidad de Compras de Construcción del Banco Nacional

Consultas al Departamento de Construcción del Banco Nacional:

Entrevistado: Ing. Alonso Cardenas. Coordinador de proyectos. Unidad de Administración de la Infraestructura Banco Nacional.

Objetivo de la entrevista: conocer de forma general la forma en la que surge y se lleva a cabo un proyecto de construcción o remodelación del Banco Nacional.

1 ¿Cómo ingresa una solicitud de proyecto al Departamento de Construcción?

*Inicialmente a través de la oficina de Planeación Estratégica la cual canaliza las necesidades de la Dirección Comercial del Banco Nacional de Costa Rica y restantes oficinas institucionales. Esta oficina transfiere las necesidades a la oficina de Planeación y Control de Compras de la Dirección General de Infraestructura y Compras (Oficina de la cual forma parte el Departamento de Construcción).*

2. ¿Cómo se da inicio al proceso? ¿Que solicita el Departamento de Construcción del Banco Nacional para dar inicio con el diseño o proceso de análisis?

*Se recibe la solicitud del proyecto por parte de la oficina de Planeación y Control de Compras, se incorpora esta al grupo de proyectos a desarrollar para el año siguiente, a este grupo se le asigna el presupuesto respectivo y se entrega por la Dirección de Canales Físicos la estructura de servicios de la oficina a desarrollar o remodelar.*

*Con lo anterior se puede iniciar la fase de anteproyecto y la fase de diseño.*

3. ¿Qué procedimientos se realizan por parte del Departamento una vez que se cuenta con la información?

*Se inicia el proceso de anteproyecto, cuando este se valida se pasa a diseño de planos, posterior a esta etapa se desarrolla el presupuesto preliminar y especificaciones técnicas para dar inicio a la fase de contratación administrativa.*

4. ¿Qué consideraciones toman en cuenta sobre el lugar, población, lote, medidas de seguridad entre otras?

*La ubicación obedece a una evaluación comercial y financiera preliminar por parte del BNCR donde la Dirección Comercial ha desarrollado estudios de la zona y define potenciales sitios de localización y áreas disponibles.*

*Con estudios de factibilidad y escenarios preliminares la oficina de Construcción recibe la indicación del sitio, de si se adquirió o se dispone del sitio para el desarrollo de un edificio propio.*

*O bien si el banco alquilará un espacio en algún desarrollo comercial y este requiere la remodelación para apertura de una agencia.*

*Las medidas de seguridad se incorporan como parte de los insumos para el alcance de la construcción y remodelación por parte del especialista en seguridad y la Dirección de Seguridad del BNCR.*

5. ¿Que se información se entrega a los contratistas para el diseño de una sucursal?

*Si se contrata el diseño a una consultora externa, se le entregan los requerimientos del inmueble, capacidad esperada, plantas requeridas y equipos a incorporar. Se gestionan 4 etapas principales, Anteproyecto, Planos, Especificaciones y Presupuesto Detallado y la inspección.*

*Si se desarrolla el diseño a lo interno, el personal de diseño realiza los insumos anteriores.*

6. ¿Cómo evalúan el diseño propuesto y que debe de cumplir para ser aceptado?

*Se evalúa según la estructura entregada por la Dirección de Planeación Estratégica, la Guía de Estandarización Institucional, los elementos constructivos y sistemas que el Banco ha incorporado en sus desarrollos.*

*Se evalúa según los criterios de la Ley 7600, los criterios de Sostenibilidad y Reducción de Consumo y la normativa que aplica al sector construcción.*

7. ¿Consideran aspectos de sostenibilidad, construcción verde, ventilación, iluminación, ahorro energético o algún sistema de evaluación existente como LEED o similar?

*Efectivamente, se definen como elementos del alcance que se fiscalizan por los ingenieros especialistas en el área en los planos entregados.*

8 ¿Cuánto tiempo tarde un proceso de estos desde inicio a fin?

*El proceso se fiscaliza de forma semanal o bisemanal con avances de pago mensuales. La obra es recibida por el equipo de inspección y la consultoría en caso de existir para el proyecto. El proceso puede tomar desde 90, 100 o 130 d.h para remodelaciones menores en operación o hasta 160, 360, 400 d.h. para proyectos de construcciones de mayor escala como edificios de dos o más niveles.*

*El proceso puede tardar para todas sus fases entre uno a dos años para iniciar su ejecución (diseño y contratación).*

UNIVERSIDAD LATINA DE COSTA RICA
LAUREATE INTERNATIONAL UNIVERSITIES®

INGENIERÍA CIVIL
UNIVERSIDAD LATINA

**CARTA DE APROBACIÓN POR PARTE DEL PROFESOR TUTOR DEL TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN MODALIDAD PROYECTO DE GRADUACIÓN**

Heredia, 12 de mayo del 2017

Sres.
Miembros del Comité de Trabajos Finales de Graduación
SD

Estimados señores:

He revisado y corregido el Trabajo Final de Graduación, modalidad Proyecto de Graduación bajo el título *"Recomendaciones para el diseño y construcción de un edificio del Banco Nacional de Costa Rica utilizando aspectos del diseño sostenible regenerativo"* por parte del estudiante: Alonso Albino Vindas Pérez, como requisito para que el citado estudiante puedan optar por la Licenciatura en Ingeniería Civil.

**Considero que dicho trabajo cumple con los requisitos formales y de contenido exigidos por la Universidad, y por tanto lo recomiendo para su defensa oral ante el Consejo Asesor.**

Suscribe cordialmente,

Ing. Alberto González Solera

UNIVERSIDAD LATINA DE COSTA RICA
LAUREATE INTERNATIONAL UNIVERSITIES®

INGENIERÍA CIVIL
UNIVERSIDAD LATINA

**CARTA DE APROBACIÓN POR PARTE DEL PROFESOR LECTOR DEL TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN MODALIDAD PROYECTO DE GRADUACIÓN**

Heredia, 12 de mayo, del 2017

Sres.
Miembros del Comité de Trabajos Finales de Graduación
SD

Estimados señores:

He revisado y corregido el Trabajo Final de Graduación, modalidad Proyecto de Graduación bajo el título *"Recomendaciones para el diseño y construcción de un edificio del Banco Nacional de Costa Rica utilizando aspectos del diseño sostenible regenerativo"* por parte del estudiante Alonso Albino Vindas Pérez, como requisito para que el citado estudiante pueda optar por la Licenciatura en Ingeniería Civil.

**Considero que dicho trabajo cumple con los requisitos formales y de contenido exigidos por la Universidad, y por tanto lo recomiendo para su defensa oral ante el Consejo Asesor.**

Suscribe cordialmente,

Ing. Gerardo Humberto Hernández Gómez

Astrid Quirós Granados

Filología U.C.R

A quien interese:

Yo, Astrid Quirós Granados, Filóloga de la Universidad de Costa Rica; con cédula de identidad 3-438 -182, inscrita en la Asociación Costarricense de Filólogos, con el carné N° 0096, hago constar que he revisado el trabajo de investigación y sus conclusiones. Y he corregido en él, los errores encontrados en redacción, ortografía, gramática y sintaxis. El trabajo se titula:

# RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN EDIFICIO DEL BANCO NACIONAL DE COSTA RICA APLICANDO ASPECTOS DEL DISEÑO SOSTENIBLE REGENERATIVO

Alonso Albino Vindas Pérez

Se extiende la presente certificación a solicitud del interesado, en la ciudad de San José a los diecinueve días del mes de mayo del dos mil diecisiete. La filóloga no se hace responsable de los cambios que se le introduzcan al trabajo posterior a su revisión.

Astrid Quirós Granados

Teléfono: 8315 95 27 Correo: asqui24@hotmail.es