



**UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ**

**LINEAMIENTOS GENERALES PARA LA  
NORMALIZACIÓN DE PROYECTO DE  
EDIFICACIONES UNIFAMILIARES  
BASADO EN LA METODOLOGÍA BIM  
6D, EN VENEZUELA**

**Autores:**

Marin R, Alexander A.  
Rojas Q, Gabriela.

Urb. Yuma II, calle N° 3. Municipio San Diego  
Teléfono: (0241) 8714240 (master) – Fax: (0241) 87123



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE CIVIL**

**LINEAMIENTOS GENERALES PARA LA NORMALIZACIÓN DE  
PROYECTO DE EDIFICACIONES UNIFAMILIARES BASADO EN LA  
METODOLOGÍA BIM 6D, EN VENEZUELA**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de  
INGENIERO CIVIL**

**Autores:**

Marin R, Alexander A.

C.I. V-27.014.572

Rojas Q, Gabriela

C.I. V-25.920.491

**Tutor:**

Ing. Rafael Mieres.

C.I: V-8.831.952

San Diego, Junio de 2020.



**FI-L -017-2020-1CR (TG)**

Valencia, 15 de junio de 2020

Ciudadanos:

Marin R., Alexander A.

27.014.572

Rojas Q., Gabriela Del Valle.

25.920.491

Presente-

Cumplo con informarle que la Comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 03-2020 de fecha 12-02-2020 aprobó el proyecto de trabajo de grado titulado **LINEAMIENTOS GENERALES PARA LA NORMALIZACIÓN DE PROYECTOS DE EDIFICACIONES UNIFAMILIARES BASADO EN LA METODOLOGÍA BIM 6D, EN VENEZUELA** presentado por usted (es) como requisito para optar al título de Ingeniero Civil.

Se ratifica la designación del Ing. Rafael Mieres C.I: 8.831.952 como Tutor Académico que los asesorara en el desarrollo de este proyecto.

Atentamente,



Prof. Luís Lira

**Decano de la Facultad de Ingeniería**

c.c. Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado (1).

Ll/a.a



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**ACEPTACIÓN DEL TUTOR**

Quien suscribe, Ing. Rafael Mieres, portador de la cédula de identidad N° V-8.831.952 hace constar que ha leído el Proyecto del Trabajo de Grado, presentado por los ciudadanos Alexander Marin, portador de la cédula de identidad N° V-27.014.572 y Gabriela Rojas portadora de la cédula de identidad N° V- 25.920.491 , titulado **LINEAMIENTOS GENERALES PARA LA NORMALIZACIÓN DE PROYECTO DE EDIFICACIONES UNIFAMILIARES BASADO EN LA METODOLOGÍA BIM 6D, EN VENEZUELA** presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Civil, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometidos a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

---

Firma  
Ing. Rafael Mieres  
V- 8.831.952



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE CIVIL

### ACTA DE REVISIÓN METODOLÓGICA DEL TRABAJO DE GRADO

Quienes suscriben esta Acta, dejan constancia que el Proyecto de Trabajo de Grado: **DEFINICIÓN DE LINEAMIENTOS GENERALES PARA LA CERTIFICACIÓN DE SOSTENIBILIDAD DE OBRAS PARA EDIFICACIONES UNIFAMILIARES MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM 6D, EN VALENCIA, MUNICIPIO SAN DIEGO, URBANIZACIÓN VALLE DE ORO**, ha sido revisado y, cumplido con los requisitos exigidos para su aprobación, recomiendan su tramitación ante el organismo académico correspondiente.

Ing. Rafael Mieres  
Tutor Académico



Firma

Fecha

Ing. Alicia de Pizzella  
Tutor Metodológico



Firma

Fecha

17/11/2020

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

El presente trabajo está dedicado a mi madre, quien me enseñó que incluso la tarea más grande se puede lograr si se hace un paso a la vez, a mi familia por haber sido mi apoyo a lo largo de toda mi carrera universitaria y a lo largo de mi vida.

A mi padre, a pesar de nuestra distancia física, siento que estás conmigo siempre y aunque nos faltaron muchas cosas por vivir juntos, sé que este momento hubiera sido tan especial para ti como lo es para mí.

A todas las personas especiales que me acompañaron en esta etapa, aportando a mi formación tanto profesional y como ser humano. Todos en conjunto me hicieron ver, que sin importar cuanto tiempo me tome, todo se puede si de verdad se quiere.

***Gabriela Del Valle Rojas Quintero.***

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos a Dios por bendecirnos la vida, por guiarnos a lo largo de nuestra existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad, brindándome paciencia y sabiduría para culminar con éxito mis metas propuestas.

Merece reconocimiento especial mi Madre que con su esfuerzo y dedicación me ayudo a culminar mi carrera universitaria, me faltarian paginas para agradecer tanto, gracias por haberme dado la oportunidad de formarme en esta prestigiosa universidad y haber sido mi apoyo durante todo este tiempo.

A mi Tia Magaly por su apoyo y por estar siempre presente.

A mi Prima Daniela por ser un ejemplo a seguir.

A mis amigos universitarios y del mundo cultural por haberme acompañado en este proceso.

A mi compañero de tesis Alexander Marin este proyecto no hubiera sido posible sin su dedicación y apoyo para culminar esta meta.

A mis profesores por ser portadores de tanta sabiduría, gracias porque de alguna manera forman parte de lo que soy hoy.

A todas las personas que saben que son importantes para mi, gracias por la aportacion que han tenido a mi vida.

***Gabriela Del Valle Rojas Quintero.***

## **DEDICATORIA**

Dedico nuestro Trabajo de Grado principalmente a Dios por permitirme tener la fé necesaria para no abandonar ni desistir jamás, darme la fuerza en los momentos más cruciales de mi carrera y brindarme la motivación necesaria para alcanzar este sueño tan anhelado.

A mis Padres, quienes son mi mayor fuente de inspiración y motivación, gracias por su apoyo incondicional, amor, paciencia y dedicación, valieron la pena.

A mis Hermanos, gracias por siempre apoyarme en todo, darme fuerzas y siempre estar presentes cuando los necesito.

A mi compañera de vida, quien me apoyó, cuidó y ayudó durante todo este camino y otros tantos.

A mi Hija, por ser mi fuente principal de inspiración, alegrarme esos días difíciles y ser lo más bello que la vida pudo darme. Gracias por ser la columna de mi día a día.

A todos y cada uno de los miembros de mi familia, que siempre creyeron en mí, por ser mi motivación diaria para salir adelante, seguir preparándome profesionalmente para brindarles lo mejor de mí siempre. Agradecido con Dios por tenerlos en mi vida, orgulloso de tener la familia que tengo, bendecido y amado por todos, los amo a todos.

***Alexander Antonio, Marin Rey.***

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios por brindarme la inteligencia y fortaleza por nunca desmayar, llegar al final de mi carrera, brindándome la confianza de superarme cada día más, bendecido y agradecido.

A toda mi familia, que siempre de una u otra manera han estado presentes a lo largo de la carrera, motivándome y brindándome su apoyo incondicional, siendo partícipes de lograr este sueño. Gracias totales a todos.

A Gabriela Guillen, por su amor incondicional, su paciencia y por estar allí todos los días apoyándome y cuidándome.

A Estefany Álvarez, porque en tan poco tiempo se ha vuelto como una hermana, gracias por tu apoyo y por permitirme compartir esta última etapa contigo.

A Ruddy Fonseca, por estar allí durante todo el transcurso de la carrera y abrir las puertas de tu casa siempre que lo necesitaba.

A mis compañeras Abigail y Sinai, por estar compartiendo esas largas noches y seguir adelante a pesar de todos los obstáculos.

A mi amiga y compañera de tesis, Gabriela Rojas por acompañarme a lo largo de esta formación y en el proceso de elaboración de este trabajo tan importante para los dos, aprendiendo y apoyándonos durante todo este proceso. Que el baile no falte en nuestras vidas.

A mi hija Ana Isabella, mi motorcito de todos los días, gracias por ser la princesa de mi corazón y los ojos que iluminan mi vida.

A mis profesores por poner ese granito de arena para nuestra formación profesional y por siempre estar apoyándonos en todo este camino.

***Alexander Antonio, Marin Rey.***

## ÍNDICE

<b>CONTENIDO</b>	<b>Pág</b>
<b>RESUMEN</b> .....	xviii
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>CAPÍTULO I</b> .....	3
<b>EL PROBLEMA</b> .....	3
1.1. Planteamiento del problema .....	3
1.2. Formulación del problema.....	7
1.3. Objetivos de la investigación.....	7
1.3.1. Objetivo general .....	7
1.3.2. Objetivos específicos.....	7
1.4. Justificación de la investigación.....	7
1.5. Alcance y delimitaciones de la investigación.....	9
<b>CAPÍTULO II</b> .....	10
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	10
2.1. Antecedentes De la Investigación .....	10
2.2. Bases Teóricas .....	11
2.2.1. Sostenibilidad .....	12
2.2.2. Desarrollo sostenible .....	12
2.2.3. Vivienda sostenible.....	14
2.2.4. Principales elementos de las viviendas ecológicas .....	14
2.2.5. Building Information Modeling (BIM) .....	15
2.2.5.1. Definición de BIM .....	15
2.2.5.2. Etapas del BIM.....	17
2.2.6. Consejo Mundial de la Edificación Sustentable (WorldGBC) .....	22
2.2.7. Consejo de la Edificación Sustentable de los Estados Unidos (USGBC) ..	22
2.2.8. Instituto de Certificación de la Edificación Sustentable (GBCI).....	22
2.2.9. Sistema de certificación LEED.....	23

2.2.10. REVIT.....	25
2.2.11. Autodesk Insight.....	26
2.2.12. Energy Plus.....	27
2.3. Bases Legales.....	28
2.3.1. Constitución de la República Bolivariana de Venezuela.....	28
2.3.1.1. Derechos Ambientales.....	28
2.3.1.2. Principios de Seguridad de la Nación.....	29
2.3.2. Ley Orgánica del Ambiente.....	29
2.4. Normas ISO.....	31
2.5. Definición de Términos.....	33
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>36</b>
<b>MARCO METODOLÓGICO.....</b>	<b>36</b>
3.1. Tipo de investigación.....	36
3.2. Diseño de investigación.....	37
3.3. Nivel de la Investigación.....	37
3.4. Población y Muestra.....	38
3.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos.....	38
3.6. Análisis de Datos.....	39
3.7. Fases Metodológicas.....	39
<b>CAPÍTULO IV.....</b>	<b>41</b>
<b>RESULTADOS.....</b>	<b>41</b>
4.1. Diagnóstico de la situación actual de los proyectos de viviendas unifamiliares.....	41
4.1.1. Situación actual de la sostenibilidad en Venezuela.....	42
4.1.2. Evaluación de zona en estudio.....	42
4.1.3. Sistema de certificación LEED: U.S Green Building Council.....	44
4.1.3.1. Localización y Transporte.....	44
4.1.3.1.1. LEED para Localización en Desarrollo Urbano.....	44
4.1.3.1.2. Protección de Suelos Sensibles.....	44
4.1.3.1.3. Parcela de Alta Prioridad.....	45

4.1.3.1.4. Densidad del Entorno y Usos Diversos. ....	45
4.1.3.1.5. Acceso a Transporte Público de Calidad. ....	45
4.1.3.1.6. Instalaciones para Bicicletas. ....	45
4.1.3.1.7. Huella de Estacionamiento Reducida. ....	45
4.1.3.1.8. Vehículos Sostenibles. ....	45
4.1.3.2. Parcelas Sostenibles. ....	46
4.1.3.2.1. Prevención de Contaminación en Actividades de Construcción. ....	46
4.1.3.2.2. Evaluación de la Parcela. ....	46
4.1.3.2.3. Desarrollo de la Parcela - Proteger o Restaurar el Hábitat. ....	46
4.1.3.2.4. Espacio Abierto. ....	46
4.1.3.2.5. Gestión de Agua de Lluvia. ....	46
4.1.3.2.6. Reducción de las Islas de Calor. ....	46
4.1.3.2.7. Reducción de la Contaminación Lumínica. ....	46
4.1.3.3. Eficiencia en Agua. ....	47
4.1.3.3.1. Pre-requisito: Reducción del consumo de Agua en el Exterior. ....	47
4.1.3.3.2. Pre-requisito: Reducción del Consumo de Agua en el Interior. ....	47
4.1.3.3.3. Pre-requisito: Medición de Agua a Nivel de toda la vivienda. ....	47
4.1.3.3.4. Reducción del Consumo de Agua en el Exterior. ....	47
4.1.3.3.5. Reducción del Consumo de Agua en el Interior. ....	47
4.1.3.3.6. Consumo de Agua de las torres de Refrigeración. ....	47
4.1.3.3.7. Medición de Agua a Nivel de toda la vivienda. ....	47
4.1.3.4. Energía y Atmosfera. ....	48
4.1.3.4.1. Pre-requisito: Recepción y Verificación Básica. ....	48
4.1.3.4.2. Pre-requisito: Mínima Eficiencia Energética. ....	48
4.1.3.4.3. Pre-requisito: Medición de Energía a Nivel de Todo el Edificio. ....	48
4.1.3.4.4. Pre-requisito: Gestión Básica de los Refrigerantes. ....	48
4.1.3.4.5. Recepción Mejorada. ....	48
4.1.3.4.6. Optimización de la Eficiencia Energética. ....	48
4.1.3.4.7. Medición Avanzada de Energía. ....	48
4.1.3.4.8. Respuesta a la Demanda. ....	49

4.1.3.4.9. Producción de Energía Renovable.....	49
4.1.3.4.10. Gestión Mejorada de Refrigerantes. ....	49
4.1.3.4.11. Energía Verde y Compensación de Carbono.....	49
4.1.3.5. Materiales y Recursos.....	49
4.1.3.5.1. Pre-requisito: Almacenamiento y Recolección de Reciclables. ....	50
4.1.3.5.2. Pre-requisito: Planificación de la gestión de residuos de construcción y demolición .....	50
4.1.3.5.3. Reducción del impacto del ciclo de vida del edificio.....	50
4.1.3.5.4. Revelación y optimización de los productos del edificio - declaraciones ambientales de productos.....	50
4.1.3.5.5. Revelación y optimización de los productos del edificio - fuente de materias primas.....	50
4.1.3.5.6. Revelación y optimización de los productos del edificio - componentes de los materiales.....	50
4.1.3.5.7. Gestión de los residuos de construcción y demolición.....	50
4.1.3.6. Calidad del ambiente interior.....	51
4.1.3.6.1. Mínima eficiencia de la calidad del ambiente interior.....	51
4.1.3.6.2. Control de humo de tabaco en el ambiente.....	51
4.1.3.6.3. Estrategias mejoradas de calidad del aire interior. ....	51
4.1.3.6.4. Materiales de baja emisión. ....	51
4.1.3.6.5. Plan de gestión de la calidad del aire interior durante la construcción.....	51
4.1.3.6.6. Evaluación de la calidad del aire en el interior.....	51
4.1.3.6.7. Confort térmico.....	52
4.1.3.6.8. Iluminación interior. ....	52
4.1.3.6.9. Luz natural. ....	52
4.1.3.6.10. Vista de calidad.....	52
4.1.3.6.11. Eficiencia acústica. ....	52
4.1.3.7. Proceso integrador. ....	52
4.1.3.7.1. Proceso integrador. ....	52
4.1.3.8. Innovación.. ....	52

4.1.3.8.1. Innovacion..	52
4.1.3.8.2. Profesional acreditado LEED..	53
4.1.3.9. Resultados obtenidos de la certificacion LEED..	53
4.1.4. Proyectos de Viviendas Unifamiliares Sostenibles en Noruega.....	53
4.1.5. Proyectos de Viviendas Unifamiliares Sostenibles en Canadá.....	55
4.1.6. Proyectos de Viviendas Unifamiliares Sostenibles en Brasil .....	57
4.1.7. Proyectos de Viviendas Unifamiliares Sostenibles en Estados Unidos.....	57
4.2. Análisis de los procedimientos variables que permitan dimensionar los factores determinantes del diseño de sistemas de viviendas unifamiliares sostenibles. ....	59
4.2.1. El impacto ambiental de los edificios .....	61
4.2.2. Fase de diseño.....	62
4.2.2.1. Ubicación, entorno y orientación .....	62
4.2.2.2. Estudiar el entorno de la zona para optimizar el diseño.....	62
4.2.2.3. Integrar el edificio y los materiales en el entorno para aprovechar los recursos .....	63
4.2.2.4. Configuración arquitectónica del edificio .....	63
4.2.2.5. Gestionar la radiación solar para ahorrar energía .....	63
4.2.2.6. Optimizar el aislamiento térmico del edificio para evitar pérdidas de energía .....	64
4.2.2.7. Proporcionar a las estancias el máximo acceso a la iluminación natural para ahorrar energía.....	65
4.2.2.8. Optimizar la ventilación en el edificio para contribuir al confort térmico y evitar la contaminación .....	65
4.2.2.9. Aprovechamiento de los distintos tipos de aguas .....	66
4.2.2.10. Incorporar instalaciones y adoptar criterios que fomenten el ahorro en el consumo de electricidad.....	67
4.2.2.11. Control de la erosión y la contaminación del suelo .....	67
4.2.2.12. Proteger la vegetación existente en la zona de obra.....	68
4.2.2.13. Preservar las aguas freáticas y superficiales para no afectar al ciclo del agua .....	68

4.2.2.14. Proteger el suelo ocupado durante la obra .....	69
4.2.3. Fase de uso y conservación.....	70
4.2.3.1. Medidas para el ahorro de agua .....	71
4.2.3.2. Aplicar pautas para el ahorro de energía.....	71
4.2.3.3. Mantenimiento y limpieza .....	71
4.2.3.4. Aplicar criterios de respeto al medio ambiente en la limpieza del edificio .....	72
4.2.4. Uso y mantenimiento de zonas verdes.....	72
4.2.4.1. Establecer medidas para el ahorro de agua de riego .....	72
4.2.4.2. Realizar un mantenimiento adecuado del sistema de riego .....	72
4.3. Determinar las variables que influyen en el uso de las herramientas BIM 6D y la Eficiencia.....	73
4.3.1. Análisis Energético y térmico.....	76
4.3.3.1. Resultados del análisis energetico.....	78
4.3.3.2. Resultados del análisis térmico .....	83
4.4. Definición de los aspectos necesarios para la normalización de sustentabilidad de un proyecto 3D a la metodología BIM en su dimensionen 6D en proyectos de construcción en viviendas unifamiliares. ....	84
4.4.1. Auditoria Preliminar .....	86
4.4.2. Política ambiental.....	86
4.4.3. Desarrollo de los procedimientos, participación y planificación.....	86
4.4.4. Recursos.....	87
4.4.5. Planificación energética .....	88
4.4.6. Implementación y operación.....	88
4.4.7. Seguimiento, medición y análisis .....	89
4.4.8. Revisión energética.....	90
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>91</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>94</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>96</b>

## ÍNDICE DE FIGURA

<b>FIGURA</b>	<b>Pág.</b>
Figura 1. Ciclo de vida del modelo BIM.....	16
Figura 2. Etapas o Dimensiones BIM .....	17
Figura3. Secuencia de la Simulación, Planificación y construcción del edificio Harbor.....	19
Figura 4. Esquema de Costos Durante la Vida Útil de un Proyecto.....	21
Figura 5. Organigrama explicativo de la relación del USGBC con el GBCI .....	23
Figura 6. Tipos de certificación leed disponibles.....	24
Figura 7. Consideraciones para la certificación LEED.....	25
Figura 8. Puntos para la densidad media en un radio de 400 metros del proyecto .....	45
Figura 9. Servicio de transporte diario mínimo para proyectos con tipos múltiples de transporte (autobús, tranvía, tren o ferry).....	45
Figura 10. Puntos para energía procedente de energía sostenible o compensaciones de carbono.....	49
Figura 11. Viviendas con balance energético cero.....	54
Figura 12. Funcionamiento de viviendas con balance energético cero.....	55
Figura 13. Vista en 3D de vivienda unifamiliar en Valle de Oro. ....	75
Figura 14. Vista de planta de vivienda unifamiliar en Valle de Oro.....	76
Figura 15. Análisis Fotovoltaico de vivienda unifamiliar en Valle de Oro. ....	77
Figura 16. Comparación de puntos de referencia.....	78
Figura 17. Uso de energía. ....	79
Figura 18. Referencia energética.....	80
Figura 19. EUI (intensidad del uso de energía).....	79
Figura 20. Consumo de electricidad. ....	79
Figura 21. Demanda pico de electricidad.....	81
Figura 22. Orientación de la edificación. ....	80
Figura 23. Eficiencia de la iluminación. ....	82
Figura 24. Horario de funcionamiento.....	82
Figura 25. Información del tamaño de la zona.....	83

Figura 26. Componentes estimados de carga pico por electricidad.....	83
Figura 27. Componentes estimados de carga pico por calefacción. ....	84

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>TABLA</b>	<b>Pág</b>
Tabla 1. Localización y transporte .....	44
Tabla 2. Parcelas Sostenibles. ....	46
Tabla 3. Eficiencia en Agua. ....	47
Tabla 4. Energía y Atmosfera.....	48
Tabla 5. Materiales y Recursos. ....	49
Tabla 6. Calidad Ambiental Interior.....	51
Tabla 7. Proceso Integrador.....	52
Tabla 8. Innovación. ....	52
Tabla 9. Resultados Obtenidos del sistema de certificación LEED. ....	53

## ÍNDICE DE APÉNDICES

<b>APÉNDICE</b>	<b>Pág</b>
A. Resultados obtenidos del análisis desarrollado a la vivienda unifamiliar ubicada en, San Diego, Urbanización Valle de Oro a través del Sistema de certificación LEED: U.S Green Building Council. LEED for Home. ....	98
B. Apéndice B: Registro fotográfico presentados para la evaluación de la vivienda unifamiliar ubicada en, San Diego, urbanización Valle de Oro. Incluye planos de localización, identificación, entre otros.. ....	129



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE CIVIL**

**LINEAMIENTOS GENERALES PARA LA NORMALIZACIÓN DE  
PROYECTO DE EDIFICACIONES UNIFAMILIARES BASADO EN LA  
METODOLOGÍA BIM 6D, EN VENEZUELA**

**Autores:** Alexander Marin, Gabriela Rojas

**Tutor:** Ing. Rafael Mieres.

**Fecha:** Febrero, 2020.

**RESUMEN**

El trabajo desarrollado se aplicó un sistema de certificación existente a una edificación tipo en el Municipio San Diego del Estado Carabobo. La metodología de investigación utilizada está basada en la modalidad de un proyecto factible, todo esto debido al poco conocimiento que existe en el país sobre los métodos para poder realizar una edificación sostenible, con el propósito de implementar la sostenibilidad durante todo el ciclo de vida del proyecto, minimizar el impacto ambiental, el uso continuo de los recursos que satisfacen las necesidades humanas respetando la integridad, estabilidad y belleza del medio ambiente. Durante el desarrollo de la investigación se implementarán conocimientos de ingeniería civil en el área de la construcción sostenible.

**Descriptores:** Sostenibilidad, BIM, Certificación.

## INTRODUCCIÓN

La presente investigación planteó una serie de lineamientos para asegurar la certificación de sostenibilidad desde el proyecto para edificaciones unifamiliares. Bajo la definición del mismo, podemos decir que consiste en decidir hoy, lo que se hará mañana. Se analizó cuáles serían los criterios en materia de sostenibilidad que se deben evaluar para realizar una obra, siguiendo los aspectos filosóficos que nos muestra la metodología BIM 6D verificando si estos son aplicables a los proyectos de viviendas unifamiliares, llegando a una conclusión en torno a nuestra problemática: “¿Cómo se puede regular el uso de la metodología BIM 6D en proyectos unifamiliares en Venezuela?”.

Existe gran variedad de sistemas sostenibles que pueden ser implementados en la construcción de este tipo de viviendas, pero es evidente la falta de conocimiento de éstos y políticas claramente definidas (normas) por parte de las entidades encargadas, que orienten y motiven a las empresas del sector. Lo que se buscó con esta investigación, entre otras cosas, es tener una idea general sobre los conceptos relacionados con la construcción sostenible, la importancia de definir la normativa correspondiente y la conveniencia de su pronta implementación por parte de las empresas del sector, en nuestro país.

La adopción de una metodología BIM 6D y el uso de modelos digitales integrados durante todo el ciclo de vida del edificio supone un paso en la buena dirección para la eliminación de costes resultantes de una incorrecta interoperabilidad de datos.

Lo que se implementó con esta investigación está percibido como un problema individual, en donde luego de muchas investigaciones podría generar bases para lograr unificar criterios. Se realizó una certificación leed a una vivienda unifamiliar lo que se trata como la parte de sustentabilidad, a fin de garantizar un proyecto de calidad.

Entre los lineamientos que trata la certificación de sostenibilidad de obras para edificaciones unifamiliares, podemos encontrar el orden o el control de costos y gastos, el tiempo de ejecución de la obra y un plan estratégico de producción, todo esto conectado con los parámetros que indica el sistema de certificación LEED que

es uno de los lineamientos que indica el BIM 6D para obras sustentables, a su vez conocidas las fortalezas y debilidades, se podrá establecer correctivos necesarios a fin de que todos los miembros de la organización queden perfectamente alineados con los factores propuestos.

La investigación se desarrolló bajo la modalidad de proyecto factible, y diseño no experimental, la cual se estructuró en cuatro capítulos los cuales son:

**Capítulo I:** En este se incluye el problema, el mismo consta del planteamiento y formulación, los objetivos generales y específicos, la justificación y el alcance de la investigación.

**Capítulo II:** Comprende el marco teórico, describe en primer lugar los antecedentes, luego se encuentran las bases teóricas que sustentan la investigación y la definición de términos básicos.

**Capítulo III:** Constituye el marco metodológico de la investigación, donde se encuentra el tipo de investigación, el diseño utilizado, nivel de investigación, población y muestra, técnicas e instrumento de recolección de datos y por último técnicas de análisis de datos.

**Capítulo IV:** Se exponen los resultados de los objetivos planteados en el capítulo I.

**Capítulo V:** Conclusiones y Recomendaciones.

# CAPÍTULO I

## EL PROBLEMA

### 1.1. Planteamiento del problema

La necesidad de atender, e intentar resolver los problemas que afectan la calidad de vida de los actuales habitantes del planeta, sin comprometer la posibilidad de que las futuras generaciones puedan disponer de recursos para enfrentar los suyos, es una referencia directa a la modificación del medio ambiente natural, actividad característica de los arquitectos e ingenieros, y señala la característica fundamental del concepto de sostenibilidad.

En el mundo, el concepto de desarrollo está asociado al aumento de bienestar individual y colectivo. Tradicionalmente, éste ha sido medido a través de indicadores económicos y políticos ligados al proceso de mayor o menor crecimiento económico y redistribución de la riqueza; asimismo, ha sido vinculado con el nivel de industrialización, lo que ha determinado una categorización en países "desarrollados" o "en vías de desarrollo". A fines de los años setenta se integró la dimensión social del desarrollo, aunque siempre privilegiando lo económico. Sin embargo, en la década de los ochenta se presenció el estancamiento y retroceso del bienestar en gran parte de la humanidad (Bifani, 1994).

La infraestructura sostenible preserva, restaura e integra el entorno natural, incluyendo la biodiversidad y los ecosistemas, y debe estar anclada en una planificación adecuada del uso de la tierra. En cualquier proceso o innovación de desarrollo tecnológico en la construcción se deben evaluar los posibles impactos ambientales de las distintas actividades envueltas durante todo el ciclo de vida de la edificación u obra construida.

La sostenibilidad es una tendencia emergente en la industria de la edificación y más concretamente, en el proyecto de estructura está casi iniciando, simultáneamente, técnicos de diferentes partes del mundo comienzan a entender las ventajas o incluso entienden como revolución, el BIM (BuildingInformationModeling), es una metodología que permite crear simulaciones digitales de diseño, manejando coordinadamente toda la información

que conlleva un proyecto de arquitectura. BIM ha crecido enormemente a lo largo de los años y ahora es la expresión actual de innovación digital en toda la industria de la construcción. Esta consta de 7 dimensiones las cuales se pueden catalogar en:

- Dimensión 1D del BIM: la idea / Concepción de la idea del Proyecto.
- Dimensión 2D del BIM: El Plano / El Boceto.
- Dimensión 3D del BIM: Visualización de Geometría y Volumetría / Modelo de Información del Edificio (Modeling).
- Dimensión 4D del BIM: El Tiempo / Planificación
- Dimensión 5D del BIM: El Costo (CostEstimating).
- Dimensión 6D del BIM: Sostenibilidad y Eficiencia Energética / Simulación, la ingeniería de valor (EngineeringValue) y el Guardar la Estimación (SaveEstimation)
- Dimensión 7D del BIM: Gestión del Ciclo de Vida del Activo (Facility Management).

La dimensión 6D del BIM denominada Sostenibilidad y Eficiencia Energética. Es lo que se empieza a conocer como Green BIM, esta dimensión implica realizar simulaciones con el fin de realizar análisis energéticos y de sostenibilidad. Esta dimensión permite conocer cómo será el comportamiento energético del proyecto antes que se tomen decisiones importantes y comience la construcción, determinando si el edificio es eficiente o cumple los requisitos necesarios para una determinada certificación energética, logrando optimizar procesos importantes, en tiempo real, tales como futuras inspecciones, reparaciones, remodelaciones, entre otros. Así mismo el BIM 6D indica trabajar como referencia bajos los parámetros establecidos por el sistema de certificación LEED (Leadership in Energy and Environmental Design o **Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental** en español), es un método de evaluación de edificios verdes, el cual avala la construcción de edificios, casas, oficinas, hospitales y centros comerciales; con el fin de que los mismos proporcionen un mejor ambiente y recursos, ahorrando energía, utilizando materiales fácilmente renovables, dando un adecuado manejo a las aguas, empleando fuentes de energía renovables y todo lo que conduzca a aprovechar al máximo los recursos naturales.

A pesar de que los inicios de esta tecnología datan aproximadamente hace 40 años, es ahora cuando su aplicación está en expansión aportando una notable mejora en el panorama actual de la industria de la construcción en cuanto a eficiencia y productividad. Los países que actualmente implementan esta tecnología con mayor fuerza son: Singapur, Emiratos Árabes Unidos, India, Hong Kong, Francia, Escocia, Alemania, Australia, Canadá y Estados Unidos. No obstante, existen países latinoamericanos que también hacen uso de esta tecnología oficialmente como lo son Chile y Brasil, así como Colombia y Argentina en menor proporción.

El campo de la edificación sustentable está creciendo y cambiando de manera permanente, nuevas tecnologías y productos son introducidos al mercado, al igual que diseños innovadores y prácticas nuevas, están constantemente probando su efectividad y eficacia. Como ellos, el sistema LEED busca evolucionar generando nuevas versiones. Según la certificación que obtenga la edificación aumenta su sostenibilidad, ya que estas pueden reducir entre el 30% y el 70% de energía de uso convencional, del 30% al 50% de agua, entre el 50% y el 90% del costo de los residuos, y el 35% de las emisiones de dióxido de carbono, los que se traduce en mejoras en la calidad del aire, del agua y en la reducción de los residuos sólidos en la zona de implantación de la edificación. La certificación LEED no solo aplica para nuevas edificaciones. De hecho, este sello se otorga también a construcciones que ya se encuentran en funcionamiento.

En consecuencia, todos los recursos y materiales que se utilizan en la construcción y toda la energía que se emplea durante su vida útil tiene consecuencia directa tanto en el medio ambiente como en la salud de las personas. Si se construye de manera respetuosa con el medio ambiente, no solo podemos reducir el daño que se produciría al mismo, sino mejorar el bienestar de las personas que los habitan. No solo se trata de no dañar el entorno, sino de crear edificios regenerativos, es decir, que contribuyan, como si de organismos vivos se tratara, a renovar a largo plazo los recursos disponibles, para formar parte de un desarrollo positivo dentro del ecosistema. Al no implementar estas tecnologías, como país (Venezuela) se estaría quedando en el pasado dejando obras inconclusas, obras fuera de norma, mientras el mundo va evolucionando y mejorando.

A pesar de que en buena parte del mundo el concepto de desarrollo sostenible ha calado y ha sido puesto en práctica, en Venezuela, según Alejandro Álvarez (mayo 2019), se ha venido desconociendo las normas constitucionales y legales de protección ambiental. Adicionalmente, la corrupción, la desprofesionalización, el desconocimiento y rechazo de las bases científicas de la conservación ambiental, así como la exclusión de los sectores críticos a la acción gubernamental, generaron una cada vez mayor ineficacia y retroceso en materia de la obligación del Estado de garantizar a la ciudadanía su derecho a un ambiente sano, seguro y ecológicamente equilibrado. Por tales razones el país se aleja cada vez más del cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) lo que genera graves daños sociales, ambientales y económicos.

En Venezuela dependiendo del requerimiento de la obra, se requieren unos permisos como la RACDA (**Registro de Actividades Capaces de Degradar el Ambiente**), este es un registro que debe hacer la empresa una sola vez donde se realiza ante el Ministerio del Poder Popular para Ecosocialismo y Aguas, específicamente ante la Dirección de Gestión para la Calidad Ambiental con el fin de llevar un control de aquellas empresas que dentro de sus actividades contemplan el manejo de sustancias que puedan causar efectos negativos al ambiente y en consecuencia afectar nuestra salud si no se cumple con ciertas condiciones de seguridad, el cual es un requisito fundamental el cual hay que cumplir ya que son parte de un procedimiento para iniciar la construcción. En otro punto de ideas, actualmente en Venezuela no existe información veraz de alguna empresa o ente oficial que tenga la certificación leed en la elaboración de sus proyectos, es importante debido a que hay que cumplir con legalidades además de cumplir con edificaciones sostenibles.

En definitiva, tomando en cuenta los aspectos que fueron mencionados anteriormente se realizó en esta investigación la aplicación de una normativa LEED en una edificación de tipo unifamiliar en la Urbanización Valle de Oro en el Municipio San Diego Estado Carabobo, esto para llegar a certificar los proyectos a fin de realizar una edificación sostenible.

## **1.2. Formulación del problema**

¿Cómo se puede regular el uso de la metodología BIM 6D en proyectos unifamiliares en Venezuela?

## **1.3. Objetivos de la investigación**

### **1.3.1. Objetivo general**

Definir los lineamientos generales para la normalización en la elaboración de proyectos de edificaciones unifamiliares en la industria de la construcción a partir de especificaciones sostenibles que ayuden a mitigar el impacto del medio ambiente con herramientas BIM 6D.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Diagnosticar situación actual de los proyectos de viviendas unifamiliares.
- Analizar los procedimientos que permitan dimensionar los factores determinantes del diseño de sistemas de viviendas unifamiliar sostenibles.
- Determinar las variables que influyen en el uso de las herramientas BIM 6D y la Eficiencia Energética.
- Definir los aspectos necesarios para la normalización de sustentabilidad de un proyecto modelado en 3D a la metodología BIM en su dimensión 6D para proyectos de construcción en viviendas unifamiliares.

## **1.4. Justificación de la investigación**

Tanto la arquitectura como la tecnología ecológica, es una nueva forma de desarrollo de proyectos y construcciones que utiliza recursos que provee el medio y materiales locales, aprovecha los beneficios que ofrece la naturaleza para ser integrados en el diseño armonioso de la estructura, considera la eficacia y moderación en el uso de materiales de construcción, utiliza fuentes de energía renovables e implica la creación de una atmósfera interior saludable que controle ruidos y emisiones tóxicas.

En términos generales, cuando se habla de 'innovación sostenible' la intención es definir aquellos procesos que reúnen múltiples facetas de manera que no aluden únicamente a la investigación y mejora directa sobre el medio ambiente, sino a todos aquellos procesos en los que participan los medios de producción, la mejora

de las condiciones de los trabajadores, pasando por el diseño industrial, la comercialización o el trato con los clientes.

La innovación, más que sostenible, debería ser sostenida en el tiempo, capaz de aguantar el tirón y no desmoronarse en etapas recesivas, mediante la aplicación de nuevos diseños y la aplicación de alguna estrategia para resolver el problema como lo serían:

- Techos y jardines verticales
- Recolectores de contaminación
- Smart Home Control (Control inteligente del hogar)

Asimismo, las comunidades serán potencialmente beneficiadas ya que el uso de estos lineamientos contribuye a que en las nuevas obras civiles se construyan a partir de la sostenibilidad que se va a aplicar en la Urbanización Valle de Oro, beneficiando al sector en estudio así como al municipio el cual pueden ser aprovechados en un futuro, respaldándonos con la metodología BIM, la cual cubre aspectos tales como el uso energético, durabilidad en el tiempo de los materiales, diseño medioambiental y estrategias energéticas, así mismo, con el uso de complementos adecuados para cada estudio, reduciendo así el tiempo, logrando alcanzar altos niveles de confort y confiabilidad en el diseño de cualquier edificación.

La metodología BIM es capaz de lograr mejoras por medio de representaciones de las partes y componentes que están siendo utilizados en la construcción de un edificio. Al implementar BIM debemos atacar tres frentes:

1. Tecnología: Decidiendo que tipo de herramienta software computarizado se va a elegir.
2. Estándares y Procesos: De qué manera se va a desarrollar el flujo de trabajo o norma de la metodología.
3. Cambiar la manera de pensar del equipo de trabajo: Definir los roles de cada uno de los arquitectos, ingenieros, diseñadores y las personas que componen el equipo de trabajo, asumen lo que implica la metodología BIM.

Se debe empezar como profesionales de la construcción a llenar esos vacíos y no la frase típica de “eso lo resuelven en obra”.

### **1.5. Alcance y delimitaciones de la investigación**

En cuanto al Espacio:

Geográficos: Urbanización Valle de Oro, Municipio San Diego, Estado Carabobo, Venezuela.

En cuanto al Tiempo:

Mes de Inicio y Mes de culminación: Se presenta el trabajo de grado en dos fases de tiempo desde Octubre - Marzo 2019 y una segunda etapa desde Marzo hasta Julio del 2.020.

Tiempo requerido para cada fase metodológica:

- Fase Metodológica 1: Octubre – Diciembre 2019.
- Fase Metodológica 2: Enero – Marzo año 2.020
- Fase Metodológica 3: Desde el mes de Marzo 2020 hasta – Julio del 2.020.

El resultado final que se alcanzó en esta investigación fue la aplicación de una normativa LEED, específicamente la LEED for Homes, en una edificación de tipo unifamiliar en la Urbanización Valle de Oro en el Municipio San Diego Estado Carabobo, no se generaron lineamientos algunos a pesar de que ello fue contrapuesto a lo indicado en el título del trabajo y el objetivo general del mismo. En el presente trabajo solo se realizó la aplicabilidad de una normativa LEED, siendo el mismo apenas un preámbulo o apertura a desarrollo de trabajos de investigación de mayor alcance para poder con una data bien sustentada iniciar el camino para una normalización de lineamientos a futuro, pero de por si este trabajo no abarca la extensión y amplitud en base a la expectativa inicial del mismo. Utilizándose Energy Plus como motor de simulación energética y Autodesk Revit Insight 360 como extensión para esta simulación, debido a que al tratarse de una aplicación teórica no se necesita un motor con un entorno de simulación más avanzado y estas al ser gratuitas fueron suficientes para el mismo.

## **CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Antecedentes De La Investigación**

Araque G., Chirinos, K. (2019), en su trabajo de grado titulado **“Evaluación ambiental del plan de desarrollo urbano local (PDUL) del Municipio San Diego, Estado Carabobo”**, para optar por el título de Ingeniero Civil en la Universidad José Antonio Páez y cuyo objetivo general fue la evaluación ambiental del Plan de Desarrollo Urbano Local del Municipio San Diego Estado Carabobo en el marco del desarrollo sostenible.

La metodología de investigación utilizada está basada en la modalidad de un proyecto factible, apoyada en la investigación descriptiva de tipo de campo; todo esto con el propósito de evaluar el nivel de cumplimiento del plan de desarrollo urbano en lo que respecta a: equipamiento urbano, ocupación del territorio, expansión urbana, conservación de los recursos naturales, vialidad, ordenación del territorio. Mediante recopilación de información documental, análisis del PDUL y la realización de encuestas aplicadas a los habitantes del municipio se logra plantear propuestas que logran satisfacer las necesidades existentes en la población, en marco de la sostenibilidad ambiental.

Así mismo, Marval Y. (2011), en su trabajo de grado titulado **“Hacia la construcción de una arquitectura sostenible en Venezuela”**, para optar por el título de Máster en Edificación, especialidad tecnología en la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC) y cuyo objetivo general fue Proponer lineamientos de arquitectura, construcción y diseño urbano para impulsar el desarrollo sostenible de las ciudades venezolanas. En ésta investigación se analiza la situación de Venezuela en cuanto al desarrollo sostenible en el sector de la edificación, también se estudia la situación de ahorro energético, materiales y diseño bioclimático en cuanto a desarrollo sostenible actual de España, se realiza una comparación entre las situaciones existentes en ambos países, con el objeto de proponer lineamientos de arquitectura, construcción y diseño urbano para impulsar el desarrollo sostenible en las ciudades venezolanas.

Por último, Chacón D., Cuervo G. (2017), en su trabajo de grado titulado **“Implementación de la metodología BIM para elaborar proyectos mediante el software Revit”**, para optar por el título de Ingeniero Civil en la Universidad de Carabobo y cuyo objetivo principal de la investigación fue Implementar la metodología BIM para elaboración de proyectos mediante el software Revit. En este trabajo se realizará una investigación sobre las nuevas metodologías de modelado paramétrico en tres dimensiones, también conocidos como modelos BIM. Esta consiste en una nueva forma de elaborar proyectos de ingeniería, diferente a las formas convencionales o tradicionales de trabajo en planos 2D, de arquitectura, estructura e instalaciones, los cuales son elaborados por los diferentes participantes del proyecto por separado; En cambio en esta nueva metodología se trabaja en un solo modelo tridimensional el cual contiene información de todas las áreas antes mencionadas, que será suministrada por cada uno de los miembros participantes en el proyecto.

Los trabajos de grado anteriormente mencionadas dieron un aporte importante en cuanto a la conservación de los recursos naturales, el ahorro energético, el uso eficiente del agua, diseño bioclimático en materia de sostenibilidad, la importancia y el impulso del desarrollo sostenible en las ciudades venezolanas mediante la aplicación Revit.

## **2.2. Bases Teóricas**

Hernández, Fernández y Baptista (2006) expresan que “una vez planteado el problema de estudio, es decir, cuando ya se poseen objetivos y preguntas de investigación, el siguiente paso consiste en sustentar teóricamente el estudio, etapa que algunos autores también denominan elaboración de las bases teóricas”.

Por otra parte, según Balestrini (1997) “Las bases teóricas resumen investigaciones relacionadas con el problema y discute su importancia para el análisis del mismo”.

A continuación, se definen los referentes teóricos necesarios para que el lector comprenda claramente la intención de la investigación en todas sus fases.

### **2.2.1. Sostenibilidad**

De acuerdo con lo que cita la ONU (Organización de las Naciones Unidas) en su Informe titulado “Nuestro futuro común” (1987), define a la sostenibilidad como satisfacción de las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer las suyas, garantizando el equilibrio entre crecimiento económico, cuidado del medio ambiente y bienestar social.

Actualmente mucho de los retos a lo que se enfrenta en ser humano tales como el cambio climático o la escasez de agua solo se puede resolver desde una perspectiva global y promoviendo el desarrollo sostenible. Consta de tres pilares, el desarrollo sostenible trata de lograr, de manera equilibrada, el desarrollo económico, el desarrollo social y la protección del medio ambiente.

### **2.2.2. Desarrollo sostenible**

Como podemos constatar en las investigaciones del grupo BID (Banco Interamericano de Desarrollo) en su documentación de nombre Atributos y Marco para la Infraestructura Sostenible (2019), la infraestructura sostenible se refiere a proyectos que son planificados, diseñados, construidos, operados y desmantelados, asegurando la sostenibilidad económica y financiera, social, ambiental (incluyendo la resiliencia climática), e institucional a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto. La importancia del desarrollo sostenible radica en que este consiste en velar por el mejoramiento de la calidad de vida en toda actividad humana, utilizando para esto solamente lo necesario de los recursos naturales.

Para que un activo de infraestructura se considere sostenible, es importante que se aborden cada una de las cuatro dimensiones del desarrollo sostenible. Para lograr esto, es vital contar con sistemas de gestión eficaces y transparentes. Estos sistemas de gestión deben garantizar la alineación con otras estrategias de alto nivel y apoyar la generación de capacidades, al tiempo que permiten una consideración eficaz de sinergias e intercambios entre los atributos de la sostenibilidad. Los atributos de cada una de las cuatro dimensiones de la sostenibilidad de la infraestructura se presentan en la siguiente sección.

Las cuatro dimensiones de la infraestructura sostenible son:

- **Sostenibilidad Ambiental:** La sostenibilidad ambiental es la tasa de aprovechamiento de los recursos renovables, la creación de contaminación y el agotamiento de los recursos no renovables, que puede continuar indefinidamente, ya que, si no existe la continuidad, entonces no son sostenibles. Busca proteger el entorno donde se desarrolla el hombre y minimizar en el mayor grado posible el efecto o impacto de las actividades del ser humano. En él pone especial interés en el cuidado del agua, el uso racional de la energía y los combustibles, y la reutilización de los recursos.
- **Sostenibilidad económica:** El crecimiento económico se logra a través de una economía donde se generen condiciones para posibilitar la productividad y la competitividad. La economía debe ser abierta al mundo a través de acuerdos comerciales negociados justamente y protegiendo el interés nacional. El entorno debe permitir que el individuo pueda tomar sus propias decisiones, donde se faciliten las condiciones para crear, mantener y concretar negocios.
- **Sostenibilidad social:** Cuando se habla de sostenibilidad social se está poniendo el enfoque sostenible en la forma de vida de un grupo social en concreto. Este tipo de sostenibilidad es especialmente importante en el caso de pueblos y sectores sociales que cuentan con una situación de desprotección o de desventaja con respecto a los demás. Su principal objetivo es garantizar que las actividades humanas se puedan desarrollar de tal modo que no destruyan las comunidades humanas a las que afecta, lo que garantiza la perdurabilidad de las mismas y de sus estilos de vida a largo plazo.
- **Sostenibilidad institucional:** La sostenibilidad institucional se ve favorecida por una capacidad institucional robusta y unos procedimientos claramente definidos para la planificación, adquisición y operación de proyectos. El desarrollo de la capacidad local, incluyendo los mecanismos de transferencia de conocimiento, la promoción del pensamiento innovador y la gestión de proyectos, es fundamental para mejorar la sostenibilidad y promover el cambio sistémico. La infraestructura sostenible debe desarrollar capacidades técnicas y de ingeniería, junto con sistemas para la recopilación de datos, el monitoreo y

la evaluación, con el objetivo de generar evidencia empírica y cuantificar los impactos y beneficios.

### **2.2.3. Vivienda sostenible**

De acuerdo a lo que establece la constructora CONALTURA en su artículo “Que es una Vivienda sostenible” (2016), el concepto de viviendas sustentables pretende concebir el diseño arquitectónico de manera sostenible, buscando optimizar recursos naturales y sistemas de la edificación de tal modo que minimicen el impacto ambiental de los edificios sobre el medio ambiente y sus habitantes.

Sin embargo, además de la importancia de empezar la planeación de las edificaciones con elementos que desde la construcción y mantenimiento establezcan una situación de mejora en el medio ambiente, es importante reconocer que todos, desde nuestros hogares, podemos empezar una transformación que ayude al medio ambiente.

Una vivienda autosuficiente estará conectada a este sistema local, y sabrá responder a las condiciones sociales, culturales, técnicas y económicas de su entorno. Y, al mismo tiempo, sabrá gestionar su pertenencia a una red de información a escala global, a organismos similares a él, con los cuales comparte recursos e información e interactúa de forma remota.

### **2.2.4. Principales elementos de las viviendas ecológicas**

- La ubicación de la vivienda: Este tipo de casas se integran en la naturaleza y se sitúan de forma que sacan el mayor partido posible a su entorno como la luz solar, aprovechamiento de las aguas pluviales y residuales.
- Materiales ecológicos: Este tipo de materiales mejoran y garantizan el aislamiento como el PVC, la piedra o el corcho. Además, es importantísimo instalar unas buenas ventanas ya que los vanos son una de las partes más débiles de la fachada. Son unos de los lugares por los que más energía se pierde, pero también uno de los que más pueden ayudar a ahorrar: Las más recomendables para este fin son las de PVC.
- Fuentes de energía renovables: Es vital recurrir y aprovechar al máximo fuentes de energía renovables como placas solares o sistemas de

calefacción eficientes, por ejemplo el suelo radiante; y dotar a la vivienda de sistemas de reciclaje de materiales para la construcción sostenible.

- La ventilación: La ventilación es otro de los aspectos esenciales de este tipo de edificaciones, ya que evita la estanqueidad del aire.
- La habitabilidad de la vivienda: Éste es otro elemento clave, lo más recomendado es instalar electrodomésticos eficientes clasificados con la etiqueta energética ya que aportan más de un 50% de ahorro. También es importante dotar a las viviendas de una iluminación de bajo consumo.

El desarrollo de la tecnología también nos ha abierto las puertas a otras ventajas: la creación de tecnologías basadas en las energías renovables, que antes no existían, como la energía solar térmica, que nos permite aprovechar el calor del sol para generar agua caliente y para la calefacción. La fabricación de pellets a base de residuos forestales y la optimización de las calderas que consumen estos combustibles también suponen un avance a nivel de eficiencia frente a su origen, el hogar de leña. Las casas sostenibles utilizan todos los recursos a su alcance para reducir el consumo energético y ahorrar en el uso de recursos naturales, tales como el agua.

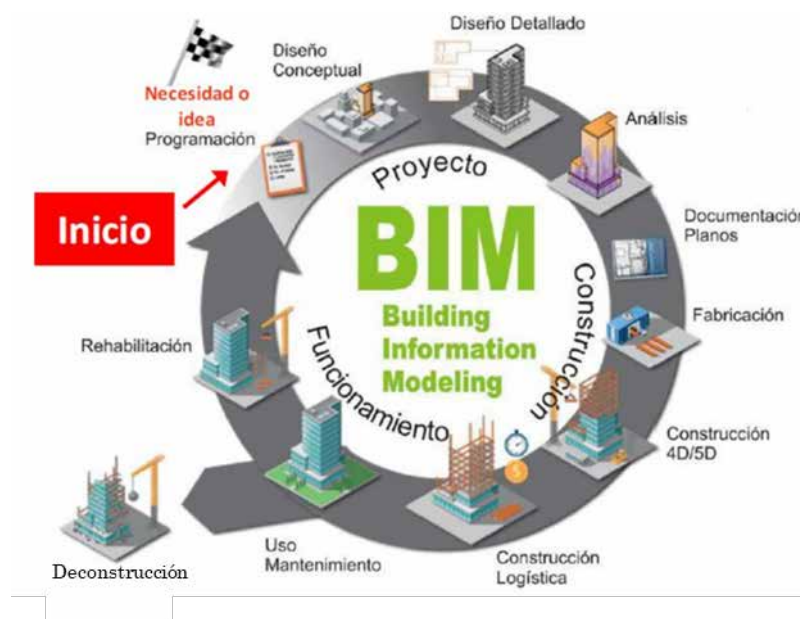
## **2.2.5. Building Information Modeling (BIM)**

### **2.2.5.1. Definición de BIM**

Es una metodología de trabajo colaborativa para la creación y gestión de un proyecto de construcción. Su objetivo es centralizar toda la información del proyecto en un modelo de información digital creado por todos sus agentes. BIM supone la evolución de los sistemas de diseño tradicionales basados en el plano, ya que incorpora información geométrica (3D), de tiempos (4D), de costos (5D), ambiental (6D) y de mantenimiento (7D).

El modelo de información BIM es una fuente de conocimiento compartido que, conteniendo toda la información de la edificación, constituye una base fiable para la toma de decisiones durante su vida útil, es decir, desde el inicio de su concepción hasta su demolición. Por ello, nos encontramos ante algo más que una mera herramienta de diseño.

Se trata de una metodología que enfoca desde un punto de vista diferente el diseño, construcción, gestión y futuro mantenimiento de lo construido, evaluando esta construcción interactuará con el ambiente a lo largo de su vida útil. Estos elementos inteligentes son el prototipo digital de los elementos físicos del edificio, como son los muros, pilares, ventanas, puertas, escaleras, etc. que nos permiten simular el edificio y entender su comportamiento en un entorno virtual antes de que se inicie su construcción real. (Ver figura 1).



**Figura 1.** Ciclo de vida del modelo BIM

Fuente: MSc. Ing. Leonardo Mata (2017)

Mientras CAD permite el diseño en 2D o 3D sin distinguir sus elementos, este sistema de datos incorpora el 4D (tiempo) y 5D (costos), permitiendo gestionar la información de manera inteligente durante todo el ciclo de vida de un proyecto, automatizando procesos de programación, diseño conceptual, diseño detallado, análisis, documentación, fabricación, logística de construcción, operación y mantenimiento, renovación y/o demolición.

Los proyectos modelados en BIM pueden incluir los productos y materiales reales que se utilizarán para construirlos, incorporando su geometría, sus características, su costo y la información de contacto para adquirirlos una vez aprobados. La metodología BIM se subdivide en diferentes etapas o también

conocidas como dimensiones que se representan en el siguiente esquema: (Ver figura 2).



2D / 3D	4D	5D	6D	7D
Modelo Espacial (integrated data model)	Tiempo (Scheduling)	Control de Costos y Gastos (Estimating)	Ambiente (Sustainability) Green BIM	Operación y Mantenimiento (FACILITY MANAGEMENT)
Visualización del Proyecto	Programación, Construcción de EDT	Estimación de recursos: materiales, Equipos y Mano de Obra	Sustentabilidad Ambiental	Documentación BIM "As Built": Obra conforme al Proyecto
Documentación Gráfica	Simulación de fases del Proyecto. Control dinámico	Presupuesto de la obra	Análisis de eficiencia Energética	Control Logístico de funcionamiento
Objetos con propiedades	Diseño del Plan de Ejecución	Análisis de rentabilidad: Construcción, Uso y mantenimiento	Análisis LEED (Leadership in Energy & Environmental Design)	Ciclo de vida útil BIM y servicios asociados

**Figura 2.** Etapas o Dimensiones BIM

Fuente: MSc. Ing. Leonardo Mata (2017)

### 2.2.5.2. Etapas del BIM

Serie de fases por las que atraviesa un proyecto desde su inicio hasta su desactivación. Las fases pueden ser secuenciales o solaparse en el tiempo, tienen un inicio y un fin, y sus nombres y números se determinan en función de las necesidades de gestión y control de la organización, la naturaleza propia del proyecto y su área de aplicación. Las fases se pueden dividir por objetivos funcionales o parciales, resultados o entregables intermedios, hitos específicos dentro del alcance global del trabajo o disponibilidad financiera.

- **Modelado y Diseño Paramétrico (2D/3D - Arquitectura, Estructura e Instalaciones):**

La primera etapa que conforma el BIM sería el modelado paramétrico arquitectónico de un proyecto, el cual posteriormente pasa al cálculo y diseño estructural y a su vez al cálculo de las diferentes instalaciones (MEP) que este debe tener. Por lo que se pudiesen definir y dividir el software utilizado en esta etapa en dos tipos, el software de representación y el software de cálculo. Los softwares de

representación más destacados son: Revit, ArchiCAD, Allplan o AecoSIM, solo por nombrar los más importantes en el mercado.

Entre las ventajas de estas aplicaciones está el hecho de poder dibujar y representar en un solo modelo tridimensional todas las partes que conforman el proyecto ya sean partes arquitectónicas, estructurales o de instalaciones, permitiendo entonces a los proyectistas poder detectar problemas incongruencias e interferencias entre los elementos del mismo, además de tener una visión integral del proyecto para la toma de decisiones y cambios antes de la ejecución del mismo, ahorrando tiempo y dinero significativamente.

La ventaja de que estas aplicaciones de cálculo trabajen con la metodología BIM es que permiten el intercambio de información con los softwares computarizados de representación antes mencionados, ahorrando tiempo y trabajo en la elaboración de planos estructurales y de instalaciones a los proyectistas que intervienen.

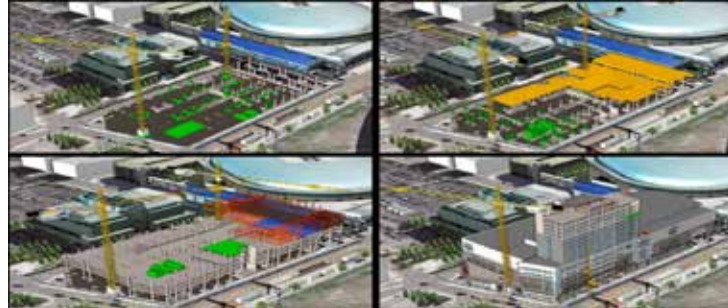
- **Planificación y Gestión de Proyectos (4D - Tiempo)**

En esta etapa se agrega el factor tiempo, es decir la planificación para la ejecución del mismo. Al vincular el modelo 3D de la etapa anterior con el cronograma de actividades para su construcción se puede hacer una representación virtual del proceso de construcción en tiempo real, facilitando la administración de recursos y el cronograma de la obra. Permitiendo entonces a los planificadores una serie de ventajas como lo son:

- 1 Conocimiento completo del proyecto desde su fase de diseño hasta la finalización del proyecto.
- 2 Mayor adaptabilidad del cronograma en cambios durante la construcción de la obra ahorrando dinero a su vez por cambios a última hora.
- 3 Disminuir los riesgos y mejorar las condiciones de seguridad y salud durante la obra.

Entre las principales aplicaciones que trabajan con el BIM 4D se encuentran: Synchro, VICO (Trimble), Navisworks (Autodesk) entre otros. Este software

computarizado que permite enlazar un diagrama de Gantt creado en una de las dos aplicaciones Primavera o Microsoft Project. (Ver figura 3).



**Figura 3.** Secuencia de la Simulación, Planificación y construcción del edificio Harbor Center (Nueva York) con el Software SYNCHRO Pro.

Fuente: Introducción al BIM A0- Curso de Zigurat (2018)

- **Mediciones y Costos (5D - Control de Costos)**

Las principales ventajas de esta tecnología 5D, el hecho de poder tener cómputos métricos de una forma mucho más simple y precisa que los métodos tradicionales, ahorrando entonces mucho tiempo y trabajo a los proyectistas. Otra ventaja importante sería que al estar enlazado el presupuesto al modelo 3D, al momento de algún cambio en el modelo, las mediciones de las partidas específicas se actualizarían al mismo tiempo. Entre las principales aplicaciones que trabajan con la tecnología 5D se pueden encontrar: Presto, Maprex (DataLaing), CYPE ingenieros, Vico, Medit (Autodesk), entre muchos más.

- **6D - Ambiente y Sustentabilidad**

Esta dimensión permite conocer cómo será el comportamiento energético del proyecto antes que se tomen decisiones importantes y comience la construcción, determinando si el edificio es eficiente o cumple los requisitos necesarios para una determinada certificación energética, logrando optimizar procesos importantes, en tiempo real, tales como futuras inspecciones, reparaciones, remodelaciones, etc.

Nos permite crear variaciones e iteraciones en la envolvente, los materiales utilizados, el tipo de combustible utilizado para enfriar/calentar el proyecto, teniendo en cuenta incluso su situación, su posición, su orientación y muchos aspectos más.

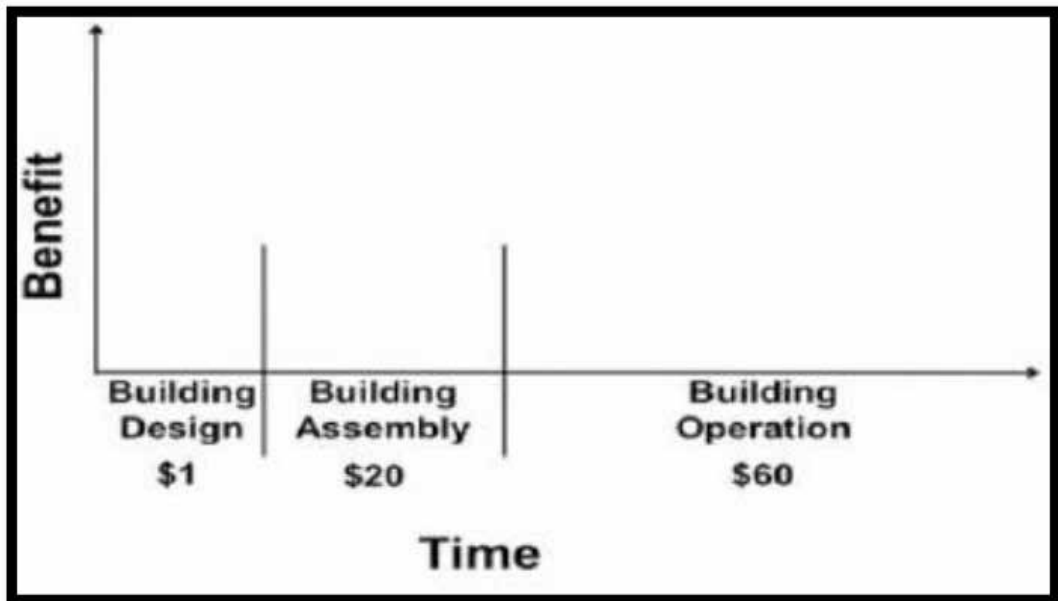
La sostenibilidad es una tendencia emergente en la industria de la edificación y más concretamente, en el proyecto de estructura está casi iniciando, simultáneamente, técnicos de diferentes partes del mundo comienzan a entender las ventajas o incluso entienden como revolución. Esta base de datos tridimensional del edificio, es sin duda la que mejores resultados puede dar en el Análisis del Ciclo de Vida del Edificio y por tanto de su estructura.

Siendo esta una de las razones por la cual, los entes gubernamentales en muchos países, están exigiendo la implementación de la metodología BIM en el sector de la construcción; por otra parte, los propietarios de proyectos privados también han recurrido al uso de la metodología de trabajo BIM para sus proyectos, con el objetivo de reducir costos de operatividad con edificios más eficientes.

Los principales desarrolladores de software han puesto a disposición del usuario, aplicaciones que permiten trabajar con esta tecnología BIM 6D, entre ellas: la herramienta web desarrollada por Autodesk conocida como Autodesk Green Building, Ecodesigner (Graphisoft), Hevacomp Simulator V8i (Bentley).

- **Administración, Operación y Mantenimiento (7D - Facility Management)**

Según Patrick MacLeamy CEO de HOK que es una de las más importantes firmas de ingeniería y arquitectura del mundo, la etapa de operación y mantenimiento de un edificio representa un costo mucho mayor que las etapas de diseño y construcción, por esto una buena administración y manejo de los procesos operativos al igual que un adecuado mantenimiento es muy importante para reducir los costos de la vida útil de un proyecto. (Ver figura 4).



**Figura 4.** Esquema de Costos Durante la Vida Útil de un Proyecto.

Fuente: Introducción al BIM A0- Curso de Zigurat (2018)

Por esto en la metodología BIM se añade lo que se conoce como Facility Management (FM), que son aplicaciones y servidores que permiten en manejo y administración de un proyecto durante toda su vida útil, desde la etapa de diseño, pasando por la etapa de la construcción hasta llegar a la operatividad mantenimiento e incluso deconstrucción. Entre las ventajas del Facility Management se tienen:

- 1 Trabajo bidireccional entre las aplicaciones FM y los modelos BIM, conectados a internet a través de un servidor compartido o “nube”.
- 2 Conectar los datos de las demás etapas 3D, 4D, 5D, 6D (Diseño, planificación, gestión y construcción).
- 3 Sincronizar los elementos del modelo BIM con equipos del FM.
- 4 Realizar planes de mantenimiento.

Hay que decir que la etapa 2D Y 3D normalmente sería la primera en esta metodología y luego de estas vendrían las siguientes etapas 4D, 5D, 6D. Sin embargo, no necesariamente deben seguir ese orden y ni secuencia, estas podrían trabajarse en paralelo, quedando, así como última etapa lo que sería la 7D.

#### **2.2.6. Consejo Mundial de la Edificación Sustentable (WorldGBC)**

Es una coalición de Consejos Nacionales de Edificaciones Sustentables, convirtiéndola en la organización internacional con mayor influencia en el mercado de los edificios verdes. Su misión se define como “facilitar la transformación global de la industria de la construcción hacia la sustentabilidad a través de mecanismos impulsados por el mercado. Su objetivo es fomentar y apoyar a los Consejos de Edificación Sustentable nuevos y emergentes poniendo a su disposición las herramientas y estrategias para establecer organizaciones fuertes y posiciones de liderazgo en sus países.

#### **2.2.7. Consejo de la Edificación Sustentable de los Estados Unidos (USGBC)**

Se trata de una organización comercial sin fines de lucro que promueve la sustentabilidad con el objetivo de enfrentar el problema del gasto energético en las edificaciones. Su visión es buscar “transformar la manera en la que edificios y comunidades se diseñan, construyen y operan, lo que permite crear un ambiente ecológico, socialmente responsable, saludable y próspero, para mejorar la calidad de vida”. Su misión se traduce como “Edificios y comunidades que se regeneran y mantienen la salud y todo tipo de vida dentro de una generación”.

USGBC trabaja para promover edificios que sean ambientalmente responsables, rentables y lugares saludables para vivir y trabajar. Para lograrlo, ha desarrollado una variedad de programas y servicios, y trabaja en estrecha colaboración con la industria clave y organizaciones de investigación y agencias gubernamentales federales, estatales y locales.

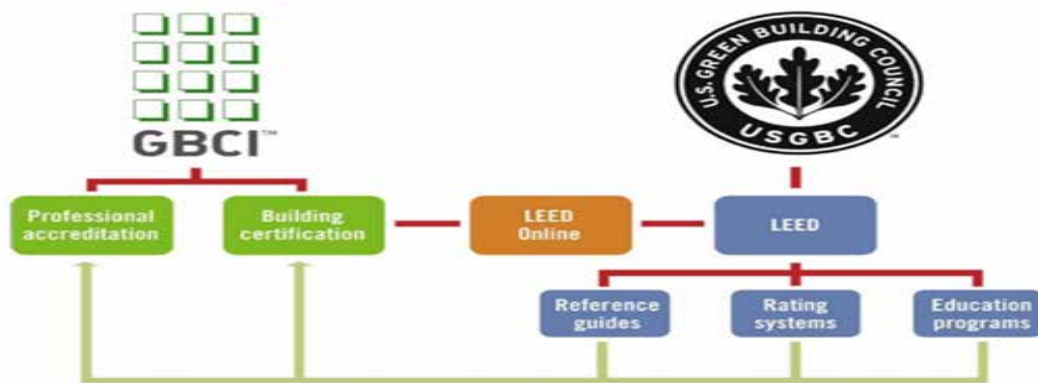
#### **2.2.8. Instituto de Certificación de la Edificación Sustentable (GBCI)**

Es una organización de terceros que proporciona una supervisión independiente del USGBC, para realizar los procesos de acreditación para profesionales y administrar el programa de certificación LEED, realizando la revisión y la verificación técnica de los proyectos registrados, para determinar si han cumplido con los créditos establecidos por el sistema de certificación LEED.

Mientras que el USGBC se encarga de la elaboración del sistema de certificación LEED y ofrece programas de educación basados en LEED, el Programa de Acreditación de Profesionales en LEED, es administrado de manera

independiente por el GBCI, para permitir una gestión equilibrada y objetiva de las acreditaciones. El GBCI maneja todos los aspectos del programa de acreditación de profesionales LEED, incluyendo el desarrollo del examen, el registro de profesionales y la entrega de certificados.

Los exámenes de acreditación LEED son administrados por Prometric para GBCI. La acreditación de profesionales LEED reconoce que los profesionales de la construcción cuentan con los conocimientos y habilidades para lograr con éxito la dirección del proceso de certificación LEED. (Ver Figura 5).



**Figura 5.** Organigrama explicativo de la relación del USGBC con el GBCI

Fuente: Ing. Leonardo Mata (2017)

### 2.2.9. Sistema de certificación LEED

El mismo USGBC define al LEED como “un sistema que ofrece a los propietarios y operadores de edificios, un marco para la identificación e implementación de prácticas mensurables de construcción verde en diseño, construcción, operaciones y soluciones de mantenimiento. El campo de la edificación sustentable está creciendo y cambiando de manera permanente, nuevas tecnologías y productos son introducidos al mercado, al igual que diseños innovadores y prácticas nuevas, están constantemente probando su efectividad y eficacia.

Los elementos claves del proceso incluyen un comité con estructura equilibrada y transparente, grupos de consulta técnica que garanticen la coherencia y el rigor científico, la oportunidad de comentar y resolver dudas con los interesados y los encargados de la revisión, y un sistema abierto y justo para apelar. Para poder medir el beneficio ambiental que conlleva el edificio, el sistema LEED diseño una

lista de créditos. Para cada proyecto, se determina, crédito por crédito, si cumple o no, y cuántos de los puntos disponibles en cada crédito se le otorgan al proyecto. Todos los créditos tienen un mínimo de 1 punto y no pueden ser otorgados en fracciones o en valores negativos. El sistema se califica sobre 100 puntos, pero se pueden otorgar hasta 10 puntos más (o puntos “bonus”) por Innovación de Diseño y Prioridad Regional. Para obtener la certificación, se deben otorgar al proyecto más de 40 puntos y dependiendo del número de puntos ganados, se obtiene un nivel diferente de certificación. (Ver figura 6)

Tipo de Certificación	Certificado	Plata	Oro	Platino
Puntos obtenidos	De 40 a 49 puntos	De 50 a 59 puntos	De 60 a 79 puntos	Más de 80 puntos
Reconocimiento				

**Figura 6.** Tipos de certificación leed disponibles.

Fuente: Expertos en tu área (2019).

La certificación LEED especifica 8 criterios que deben ser tomados en consideración al momento de la evaluación para obtener puntos, lo que a sumarlos arrojan el nivel de certificación por el cual podemos optar. Los Prerrequisitos son:

- Evitar edificar en entornos naturales, reducir la duración de los desplazamientos en vehículo y fomentar el transporte público y la actividad física.
- Proteger o restaurar el hábitat en el que se encuentre y revitalizar zonas abandonadas.
- Se evalúa el ser eficaces en la reutilización del agua, el control del sistema de riego y el consumo moderado.
- La certificación hace hincapié en demostrar un porcentaje de ahorro energético.

- Exige el uso de materiales reciclados, renovables o certificado con certificación de responsabilidad.
- Se evalúa la ventilación, el control térmico, acústico y la correcta iluminación.
- Propuestas de nuevas estrategias para ahorrar, es lo que se pondera en cuanto a la innovación en el diseño.
- Atender la problemática ambiental local. (Ver figura 7)



**Figura 7.** Consideraciones para la certificación LEED

Fuente: Innotica, C.A. 2019.

### 2.2.10. REVIT

Habiendo aclarado todos los aspectos fundamentales que conforman la metodología BIM, se puede ver que al menos en la actualidad esta metodología está conformada por múltiples sistemas y aplicación trabajando en conjunto para así lograr crear un modelo BIM completo. A continuación, se amplían los conocimientos acerca de los medios disponibles para el aprendizaje de la aplicación Revit y la practicidad y tiempo de aprendizaje mediante el empleo de un modelo. Antes, se explicará un poco la historia, las características y aplicaciones de este software computarizado.

De acuerdo a lo que establece el Ingeniero Daniel Chacón en su trabajo de grado titulado “Implementación de la metodología BIM para elaborar proyectos mediante el software REVIT” (2017), Revit es una aplicación de modelado de información para arquitectos, ingenieros estructurales, diseñadores y contratistas cuyo propietario es la empresa Autodesk. Permite a los usuarios diseñar un edificio

y una estructura y sus componentes en 3D, y acceder a información de construcción a partir de la base de datos del modelo de edificio.

Revit fue diseñado específicamente con la arquitectura en mente fue construido para arquitectos por arquitectos; desde un principio la intención de este software era permitir a los arquitectos y demás profesionales de la construcción diseñar y documentar un edificio mediante la creación de un modelo tridimensional paramétrico que incluía tanto la geometría como el diseño no geométrico y la información de construcción, también conocida como Building Information Modeling (BIM).

El entorno de trabajo del software Revit permite a los usuarios manipular edificios enteros o ensamblajes (en el entorno del proyecto) o formas 3D individuales (en el entorno del editor de familias) y las herramientas de modelado se pueden utilizar con objetos sólidos prefabricados o modelos geométricos importados.

#### **2.2.11. Autodesk Insight**

En edificios nuevos, se requiere una simulación energética para evaluar si se alcanzan los requerimientos fijados. Si esto se hace una vez finalizado el diseño, puede que sea necesario introducir modificaciones, con el tiempo y recursos que supone, y con el posible incremento del coste del edificio. Insight es un plugin para Revit que permite analizar un edificio desde la sexta dimensión del BIM (eficiencia energética).

Es una herramienta que permite obtener análisis de iluminación y luz natural del modelo de Revit a través de configuraciones automáticas y personalizables para distintos tipos de estudio.

Los distintos análisis que el complemento permite realizar son:

- Illuminance Analysis.
- Daylight Autonomy (sDA preview).
- LEED 2009 IEQc8 opt1.
- LEED v4 EQc7 opt1 (sDA+ASE).
- LEED v4 EQc7 opt2.

En este sentido, es una gran ventaja disponer de herramientas de evaluación desde la fase inicial del diseño y es aquí donde INSIGHT 360 de Autodesk para REVIT presta una gran ayuda. Insight permite conseguir unos análisis bastante precisos y entendibles gracias a su representación en las vistas o en las tablas de planificación.

### **2.2.12. Energy Plus**

Es un programa completo de simulación de energía de edificios que los ingenieros, arquitectos e investigadores usan para modelar tanto el consumo de energía (para calefacción, refrigeración, ventilación, iluminación y carga de enchufes y procesos) como el uso de agua en los edificios. Algunas de las características y capacidades notables de EnergyPlus incluyen:

- Solución basada en el equilibrio térmico de efectos radiantes y convectivos que producen temperaturas superficiales, confort térmico y cálculos de condensación.
- Modelo combinado de transferencia de calor y masa que explica el movimiento del aire entre zonas.
- Modelos de fenestración avanzada que incluyen persianas de ventana controlables, acristalamientos electrocrómicos y equilibrios de calor capa por capa que calculan la energía solar absorbida por los paneles de las ventanas.
- Cálculos de iluminancia y deslumbramiento para informar la comodidad visual y los controles de iluminación de conducción.
- Informes estándar y de salida detallados, así como informes definibles por el usuario con resolución de tiempo seleccionable de anual a subhorario, todo con multiplicadores de fuentes de energía.

EnergyPlus es gratuito, de código abierto y multiplataforma: se ejecuta en los sistemas operativos Windows, Mac OS X y Linux. Su desarrollo está financiado por la Oficina de Tecnologías de Construcción (BTO) del Departamento de Energía de los Estados Unidos (DOE). Junto con OpenStudio, EnergyPlus es parte de la cartera de programas de modelado de energía para edificios.

### **2.3. Bases Legales.**

Palella y Stracruzzi (2017) indican que las bases legales "son las normativas jurídicas que sustenta el estudio desde la carta magna, las leyes orgánicas, las resoluciones decretos entre otros". De acuerdo a la definición anterior, las bases legales son todas aquellas leyes las cuales deben guardar una relación con la investigación de estudio, los artículos deben ser copiados tal como son y como último objetivo parafrasearlo con la relación que tiene con la investigación.

#### **2.3.1. Constitución de la República Bolivariana de Venezuela**

La Constitución de la República Bolivariana de Venezuela es la Carta Magna vigente en Venezuela, adoptada el 15 de diciembre de 1999 mediante un referéndum popular. Se compone de un Preámbulo de 350 artículos, divididos en 9 Títulos, 33 Capítulos, las Disposiciones Derogatorias, Transitorias y Finales.

##### **2.3.1.1. Derechos Ambientales**

###### **Artículo 127**

Es un derecho y un deber de cada generación proteger y mantener el ambiente en beneficio de sí misma y del mundo futuro. Toda persona tiene derecho individual y colectivamente a disfrutar de una vida y de un ambiente seguro, sano y ecológicamente equilibrado. El Estado protegerá el ambiente, la diversidad biológica, los recursos genéticos, los procesos ecológicos, los parques nacionales y monumentos naturales y demás áreas de especial importancia ecológica. El genoma de los seres vivos no podrá ser patentado, y la ley que se refiera a los principios bioéticos regulará la materia. Es una obligación fundamental del Estado, con la activa participación de la sociedad, garantizar que la población se desenvuelva en un ambiente libre de contaminación, en donde el aire, el agua, los suelos, las costas, el clima, la capa de ozono, las especies vivas, sean especialmente protegidos, de conformidad con la ley.

###### **Artículo 128**

El Estado desarrollará una política de ordenación del territorio atendiendo a las realidades ecológicas, geográficas, poblacionales, sociales, culturales, económicas, políticas, de acuerdo con las premisas del desarrollo sustentable, que incluya la información, consulta y participación ciudadana. Una ley orgánica desarrollará los principios y criterios para este ordenamiento.

## **Artículo 129**

Todas las actividades susceptibles de generar daños a los ecosistemas deben ser previamente acompañadas de estudios de impacto ambiental y sociocultural. El Estado impedirá la entrada al país de desechos tóxicos y peligrosos, así como la fabricación y uso de armas nucleares, químicas y biológicas. Una ley especial regulará el uso, manejo, transporte y almacenamiento de las sustancias tóxicas y peligrosas. En los contratos que la República celebre con personas naturales o jurídicas, nacionales o extranjeras, o en los permisos que se otorguen, que afecten los recursos naturales, se considerará incluida aun cuando no estuviere expresa, la obligación de conservar el equilibrio ecológico, de permitir el acceso a la tecnología y la transferencia de la misma en condiciones mutuamente convenidas y de restablecer el ambiente a su estado natural si éste resultare alterado, en los términos que fije la ley.

### **2.3.1.2. Principios de Seguridad de la Nación**

## **Artículo 326**

La seguridad de la Nación se fundamenta en la corresponsabilidad entre el Estado y la sociedad civil, para dar cumplimiento a los principios de independencia, democracia, igualdad, paz, libertad, justicia, solidaridad, promoción y conservación ambiental y afirmación de los derechos humanos, así como en la satisfacción progresiva de las necesidades individuales y colectivas de los venezolanos y venezolanas, sobre las bases de un desarrollo sustentable y productivo de plena cobertura para la comunidad nacional. El principio de la corresponsabilidad se ejerce sobre los ámbitos económico, social, político, cultural, geográfico, ambiental y militar.

### **2.3.2. Ley Orgánica del Ambiente**

## **Artículo 1.**

Esta Ley tiene por objeto establecer las disposiciones y los principios rectores para la gestión del ambiente, en el marco del desarrollo sustentable como derecho y deber fundamental del Estado y de la sociedad, para contribuir a la seguridad y al logro del máximo bienestar de la población y al sostenimiento del planeta, en interés de la humanidad. De igual forma, establece las normas que desarrollan las garantías y derechos constitucionales a un ambiente seguro, sano y ecológicamente equilibrado.

## **Artículo 2.**

A los efectos de la presente Ley, se entiende por gestión del ambiente el proceso constituido por un conjunto de acciones o medidas orientadas a diagnosticar, inventariar, restablecer, restaurar, mejorar, preservar, proteger, controlar, vigilar y aprovechar los ecosistemas, la diversidad biológica y demás recursos naturales y elementos del ambiente, en garantía del desarrollo sustentable.

### **Artículo 3.**

La evaluación de impacto ambiental es un proceso de advertencia temprana que opera mediante un análisis continuo, informado y objetivo que permite identificar las mejores opciones para llevar a cabo una acción sin daños intolerables, a través de decisiones concatenadas y participativas, conforme a las políticas y normas técnicas ambientales

### **Artículo 4.8.**

La gestión del ambiente comprende: Responsabilidad en los daños ambientales: La responsabilidad del daño ambiental es objetiva y su reparación será por cuenta del responsable de la actividad o del infractor.

### **Artículo 10.5.**

Son objetivos de la gestión del ambiente, bajo la rectoría y coordinación de la Autoridad Nacional Ambiental: Fomentar y estimular la educación ambiental y la participación protagónica de la sociedad.

### **Artículo 30.7.**

El Plan Nacional del Ambiente es un instrumento a largo plazo que pauta la política ambiental nacional a escala regional, estatal, municipal y local, y contendrá las siguientes directrices: La educación ambiental y participación ciudadana.

### **Artículo 40.**

Las organizaciones ambientalistas, los pueblos y comunidades indígenas, los consejos comunales, las comunidades organizadas y otras formas asociativas, podrán desarrollar proyectos enmarcados en una gestión del ambiente compartida y comprometida con la conservación de los ecosistemas, los recursos naturales y el desarrollo sustentable bajo las modalidades de la autogestión y cogestión.

### **Artículo 71.**

El Estado garantizará a toda persona el acceso a la información ambiental, salvo que ésta haya sido clasificada como confidencial, de conformidad con la ley.

### **Artículo 112.6.**

Además de las sanciones contempladas, deberán ordenarse en todo caso las siguientes: Efectiva reparación del daño causado.

### **Artículo 116.**

La responsabilidad derivada de daños causados al ambiente es de carácter objetiva, la simple existencia del daño determina la responsabilidad en el agente dañino de haber sido el causante de ese daño, y por tal quien deberá indemnizar los daños y perjuicios causados por su conducta. Queda exceptuada el de probar el nexo de causalidad entre la conducta ejercida y el daño causado, bastando la simple comprobación de la realización de la conducta lesiva.

## **2.4. Normas ISO**

Cada día se les está dando mucha más importancia a las normas ISO. Las organizaciones que cuentan con un reconocimiento de sus procesos estandarizados de calidad, eficiencia energética, ambientales o de procesos específicos del sector tienen una ventaja competitiva respecto al resto de las organizaciones que se encuentran en su entorno.

El sector de la construcción es un conjunto de muchas actividades que abarcan desde las actividades del sector primario como las de extracción de materiales o mineras, hasta otras actividades más específicas como puede ser la transformación de materiales, edificación, ingeniería civil, diseño o la promoción inmobiliaria. Según la Asociación Española de Normalización y certificación, las certificaciones que son más importantes a la hora de que se implanten en la organización y organismos públicos del sector de la construcción son:

- Certificación de sistemas de gestión ambiental ISO 14001: Todas las organizaciones deben cumplir las exigencias ambientales impuestas, por ello se requiere el uso de herramientas que integren el medio

ambiente en la gestión general de la organización. La implementación de un Sistema de Gestión Ambiental según la norma ISO 14001 le ofrece la posibilidad de sistematizar todos los aspectos ambientales que se generan en cada actividad de la organización para elaborar la evaluación de estos aspectos.

- ISO/TC 59/SC 13: (Organización y digitalización de información sobre edificios y obras de ingeniería civil, incluido el modelado de información de edificios - BIM). Este estándar BIM recogerá el desarrollo de los conceptos y principios que deberá contener un proyecto BIM, así como la organización de la información de las obras de construcción y el empleo del modelo de la información en la gestión de un edificio.
- ISO/TC59/SC14: Design Life (Vida de Diseño). Ciclo de vida, vida útil de la edificación. Planificación utilizando la información de la construcción.
- Ordenar eventos aplicando criterios de sostenibilidad ISO 20121/ 2013: Es una norma internacional que permite a cualquier organización que gestione cualquier tipo de evento o actividad relacionada con el mismo desarrollarlo mediante la aplicación de criterios de sostenibilidad.

Podemos considerar entonces, que el objetivo que se persigue con esta nueva norma es la consideración y mejora de la sostenibilidad a lo largo de todo el ciclo de la gestión de eventos.

La ISO 20121 determina los requisitos, con recomendaciones de uso, necesarios para considerar e incluir criterios de sostenibilidad en la gestión de cualquier evento a lo largo de todas las etapas del proceso: diseño, organización, planificación, ejecución, desarrollo, revisión y actividades posteriores al evento.

## **2.5. Definición de Términos**

**Ambiente:** Conjunto o sistema de elementos de naturaleza física, química, biológica o socio cultural, en constante dinámica por la acción humana o natural,

que rige y condiciona la existencia de los seres humanos y demás organismos vivos, que interactúan permanentemente en un espacio y tiempo determinado.

**Ambiente seguro, sano y ecológicamente equilibrado:** Cuando los elementos que lo integran se encuentran en una relación de interdependencia armónica y dinámica que hace posible la existencia, transformación y desarrollo de la especie humana y demás seres vivos.

**Aprovechamiento sustentable:** Proceso orientado a la utilización de los recursos naturales y demás elementos de los ecosistemas, de manera eficiente y socialmente útil, respetando la integridad funcional y la capacidad de carga de los mismos, en forma tal que la tasa de uso sea inferior a la capacidad de regeneración.

**As-Built, model:** Modelo que recoge todas las modificaciones sufridas por los proyectos en el proceso de construcción, de manera que se pueda obtener un modelo BIM fiel a la realidad construida.

**Bienestar social:** Condición que permite al ser humano la satisfacción de sus necesidades básicas, intelectuales, culturales y espirituales, individuales y colectivas, en un ambiente sano, seguro y ecológicamente equilibrado.

**BIMer/BIMers:** Término informal que se da a los profesionales u organizaciones que pertenecen a una Comunidad BIM donde comparten los mismos intereses, para difundir la metodología BIM, y conocer a otros Profesionales BIMers, colaborar con ellos en conocimientos, proyectos, potenciando así una red de contactos de trabajos colaborativos.

**BIM:** Es una metodología que permite crear simulaciones digitales de diseño, manejando coordinadamente toda la información que conlleva un proyecto de arquitectura.

**Ciclo de Vida del Proyecto BIM:** Un proyecto de construcción pasa por múltiples fases, desde su inicio hasta su demolición o Deconstrucción. Es la serie de etapas por las que atraviesa un proyecto BIM desde su inicio. Incluye actividades tanto de pre-construcción (diseño, planificación, estimación de costos, etc.), como de post-construcción (ocupación, mantenimiento de la instalación, remodelación, entre otras).

Las etapas son generalmente secuenciales, aunque pueden solaparse en el tiempo. Terminología aceptada generalmente: Proyecto, construcción, uso, mantenimiento y demolición.

**Ciclo de Vida del Proyecto (ISO 10006):** conjunto definido de fases desde el inicio hasta el fin del proyecto.

**Construction Model (Modelo Constructivo):** Modelo BIM que utiliza el equipo de construcción para llevar a cabo el análisis constructivo; incluyendo en él los medios auxiliares a utilizar.

**Desarrollo sustentable:** Proceso de cambio continuo y equitativo para lograr el máximo bienestar social, mediante el cual se procura el desarrollo integral, con fundamento en medidas apropiadas para la conservación de los recursos naturales y el equilibrio ecológico, satisfaciendo las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las generaciones futuras.

**Ecosistema:** Sistema complejo y dinámico de componentes biológicos, abióticos y energía que interactúan como una unidad fundamental.

**Etapas del proyecto BIM:** Pre-construcción, construcción, post-construcción y de-construcción.

**Estudio de impacto ambiental y socio cultural:** Documentación técnica que sustenta la evaluación ambiental preventiva y que integra los elementos de juicio para tomar decisiones informadas con relación a las implicaciones ambientales y sociales de las acciones del desarrollo.

**Gestión del ambiente:** Todas las actividades de la función administrativa, que determinen y desarrollen las políticas, objetivos y responsabilidades ambientales y su implementación, a través de la planificación, el control, la conservación y el mejoramiento del ambiente.

**Impacto ambiental:** Efecto sobre el ambiente ocasionado por la acción antrópica o de la naturaleza. Inventario: Levantamiento de información cuantitativa y cualitativa sobre los ecosistemas, la diversidad biológica, los recursos naturales y demás elementos del ambiente.

**Programador BIM:** Es el profesional que desarrolla y personaliza el software para dar apoyo a la integración de los procesos BIM. Una de las claves del BIM es que éstas utilizan la programación definida para que los objetos funcionen.

**Proyecto (ISO 21500):** "Es un conjunto único de procesos que consta de actividades coordinadas y controladas, con fechas de inicio y fin, que se llevan a cabo para lograr los objetivos del proyecto. El logro de los objetivos del proyecto requiere la realización de entregables que satisfagan requisitos específicos. Además, un proyecto puede estar sujeto a múltiples restricciones".

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

El presente capítulo tiene como objetivo explicar de forma detallada los pasos en los cuales se obtuvo, clasificó, comprendió y organizó la información necesaria para llevar a cabo las soluciones factibles al problema caso estudio, y así poder cumplir con el objetivo general y específicos.

#### **3.1. Tipo de investigación.**

El tipo de investigación se refiere a la clase de estudio que se va a realizar. Orienta sobre la finalidad general del estudio y sobre la manera de recoger las informaciones o datos necesarios. Arias (2006).

Debido a la estrategia empleada, este trabajo de investigación es del tipo documental Según (Ramírez, T; 1.999) “Investigación cuyo objetivo es el análisis de diferentes fenómenos (históricos, psicológicos, etc.) de la realidad a través de la indagación rigurosa, utilizando técnicas muy precisas; de la documentación existente que aporte información atinente al fenómeno que se estudia”. Este tipo de investigaciones generalmente son utilizadas en las ciencias sociales.

Así mismo se puede decir que la investigación es del tipo de campo, Según (Ramírez, T; 1.999) “Permiten indagar in situ los efectos de la interrelación entre diferentes tipos de variables sociológicas, psicológicas, educacionales antropológicas etc. A su vez pueden ser:

Estudios Intensivos: Estudios de casos particulares sin posibilidad de ser extendidos a poblaciones enteras.

La investigación estudia la problemática que se presenta con respecto a la sostenibilidad de obras unifamiliares esto con el fin de extraer y aplicar información mediante organismos internacionales como el USGBC y el GBCI que nos permitan plantear una estrategia para la solución de la misma, realizándose una tropicalización a la zona donde se quiere ejecutar a la vez de llevar a cabo una adaptación normativa para que sea factible su debida implementación en el país.

La investigación está enmarcada dentro de la modalidad de proyecto factible, el manual de trabajos de grado de especialización maestría y tesis doctorales de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (1990), indica que un proyecto

factible “es una proposición sustentada en un modelo operativo factible, orientado a resolver un problema planteado o a satisfacer las necesidades en una institución o campo de interés nacional”. En este caso, la investigación plantea el realizar unos lineamientos que nos ayude a obtener una certificación basándonos en lo que nos indica el Sistema de certificación LEED realizando el estudio viviendas unifamiliares sostenibles y a su vez aprovechar esto para futuros proyectos que se puedan llevar a cabo para la aplicación teórica de la metodología BIM 6D.

### **3.2. Diseño de investigación.**

En esta área de la investigación, se realizó una descripción general de los procesos de construcción de la metodología.

Según Arias (2006) “El diseño de la investigación es la estrategia que adopta el investigador para responder el problema planteado. En atención al diseño la investigación se clasifica en documental, investigación de campo e investigación experimental”.

La presente investigación se inserta en un diseño no experimental, de acuerdo con Palella y Martins (2006) “es el que se realiza sin manipular en forma deliberada ninguna variable”. En este tipo de diseño se observan los fenómenos tal como se dan para luego ser analizados, no se construye una situación específica si no que se observa las que existen.

### **3.3. Nivel de la Investigación**

Sánchez Carlessi H. y Reyes Meza C. (2006), manifiestan que siguiendo a Selltiz, Jahoda (1965), podemos identificar tres niveles o esquemas básicos de investigación, los cuales se dividen en Investigación exploratoria, descriptiva y explicativa.

La investigación corresponde a un Nivel de la Investigación explicativa, Según (Ramírez, T; 1.999) “son aquellos estudios cuyo objetivo están concentrados en la comprobación de hipótesis de relación causal entre variables”, en este sentido este estudio analiza y explica las características que se van estudiar ante un fenómeno determinado dando una solución explicativa frente a distintas estrategias para la resolución de la problemática.

### **3.4. Población y Muestra.**

Tamayo y Tamayo, (2003), indican que “La población se define como la totalidad del fenómeno a estudiar donde las unidades de población poseen una característica común la cual se estudia y da origen a los datos de la investigación”.

En el caso de Palella y Martins (2008), definen la muestra como: "Una parte o el subconjunto de la población dentro de la cual deben poseer características reproducen de la manera más exacta posible”.

Se usó como población y muestra única exclusivamente las viviendas del Urbanismo Valle de Oro por lo que este estudio es aplicable solo única y exclusivamente a esta tipología de vivienda la población y muestra es del tipo censal.

### **3.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos**

En relación a las técnicas de recolección de datos, Palella y Martins (2010), las definen como “las distintas formas de obtener la información” para la investigación se aplicarán como técnicas la observación directa, revisión bibliográfica, revisión documental y encuestas dicotómicas.

Tamayo (2003), define la observación directa como “aquella en la cual el investigador puede observar y recoger datos mediante su propia observación” en la investigación se aplica la observación directa para determinar y extraer datos de las condiciones actuales de los sectores en estudio.

Adicionalmente, se hará uso de la técnica documental y revisión bibliográfica, Gálvez A (2002), la define como “Un procedimiento estructurado cuyo objetivo es la localización y recuperación de información relevante para un usuario que quiere dar respuesta a cualquier duda relacionada con su práctica, ya sea esta clínica, docente, investigadora o de gestión.” En la presente investigación se aplicara una revisión y selección de documentos que aportan información especializada para el desarrollo de la misma.

### **3.6. Análisis de Datos**

De acuerdo con Arias (1999), las técnicas de procesamiento y análisis de datos, contienen “las distintas operaciones a lo que serán sometidos, los datos que se obtengan: clasificación, registro, tabulación y coordinación si fuere el caso”.

El análisis e interpretación de los datos recolectados se realizará utilizando técnicas de análisis de datos cuantitativas y cualitativas.

Según Sabino Sampieri, Fernández y Baptista (2003). El análisis cualitativo se define como: “un método que busca obtener información de sujetos, comunidades, contextos, variables o situaciones en profundidad, donde se recibe información no estructurada para ser estructurada e interpretada.”

La metodología cuantitativa de acuerdo con Tamayo (2007), utiliza la recolección y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación y probar hipótesis establecidas previamente, y confía en la medición numérica, el conteo y frecuentemente el uso de estadística para establecer con exactitud patrones de comportamiento en una población.

### **3.7. Fases Metodológicas**

El diseño propuesto se llevará a cabo mediante las siguientes fases:

- **Fase I: Diagnóstico de la situación actual de los proyectos de viviendas unifamiliares.**

En esta fase mediante la revisión de distintas fuentes documentales se elaborara un diagnóstico de la situación actual de los proyectos de viviendas unifamiliares sostenibles, se llevara a cabo una evaluación realizada en la zona de Valle de oro revisando si cumple con las características principales que dicta el sistema de certificación LEED, comparándose con proyectos ya elaborados a nivel mundial, con la finalidad de obtener un diagnóstico de las viviendas unifamiliares en Valle de Oro San Diego, como punto de partida para otros proyectos.

- **Fase II: Análisis los procedimientos que permitan dimensionar los factores determinantes del diseño de sistemas de viviendas unifamiliares sostenibles.**

A través de esta fase se evaluarán las diferentes variables presentadas en un proyecto de construcción de viviendas unifamiliares sostenibles en las cuales se pondrán comenzar a dimensionar los factores determinantes para su debido diseño, viendo cuales son los sistemas que cumplan con todos los requerimientos y que sean los más adecuado para el correcto funcionamiento de las mismas para nuestro caso de estudio.

**Fase III: Determinación de las variables que influyen en el uso de las herramientas BIM 6D y la Eficiencia energética.**

En esta fase a través de la elaboración de un modelo 3D en Revit se aplicarán los parámetros establecidos por los lineamientos LEED, elaborando una simulación energética y térmica, a las viviendas unifamiliares en Valle de Oro San Diego, esto con el fin de comprobar las variables que influyen en el uso y la aplicación de la metodología.

**Fase IV: Definición de los aspectos necesarios para la normalización de sustentabilidad de un proyecto modelado en 3D a la metodología BIM en su dimensión en 6D para proyectos de construcción en viviendas unifamiliares.**

En la fase IV se evaluará el impacto que pueda generar en las viviendas unifamiliares el utilizar la aplicación de las técnicas a los problemas ya presentados, viéndolos el área técnica, económica, social y ambiental.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS**

En el presente capítulo, se desarrollaron detalladamente los objetivos específicos planteados iniciando con el diagnóstico de la situación actual de los proyectos de vivienda unifamiliares, el mismo contiene los resultados obtenidos a través de las técnicas e instrumentos de recolección de datos, dicha evaluación está basada en las diferentes normas ambientales, proyectos realizados, sistemas de certificación y el BIM 6D, esto en miras de un desarrollo sostenible. El proceso de esta evaluación fue determinado por el cumplimiento de cuatro fases, las cuales se explican a continuación.

#### **4.1. Diagnóstico de la situación actual de los proyectos de viviendas unifamiliares.**

En promedio, las personas pasan un 90% del tiempo en espacios interiores. Las edificaciones tienen un impacto directo en el medio ambiente, en la salud y bienestar del ser humano. Es por esto que es necesario identificar estrategias para que los edificios aporten a la salud de las personas, y a la vez al cuidado y beneficio los espacios naturales, urbanos y suburbanos.

Para el desarrollo de la primera fase del presente trabajo de investigación, fue necesario realizar un estudio a una de las viviendas unifamiliares ya construidas en el municipio San Diego específicamente en el sector Valle de Oro.

Tomándose en consideración el uso de la normativa LEED debido a que muchos de los rubros que se evalúan dentro de la certificación van de la mano con normas y leyes que una institución debe cumplir para su correcta operación. En base a los resultados que se obtengan de la evaluación, se procederá a realizar una observación a proyectos de viviendas unifamiliares sostenibles desarrollados en otros países, que cumplan con parámetros de sostenibilidad. Esto para tener una percepción de países que tengan un mayor desarrollo en el tema, debido a que las condiciones intrínsecas que se presentan en el país no permiten que se realicen observaciones a proyectos elaborados en Venezuela.

#### **4.1.1. Situación actual de la sostenibilidad en Venezuela.**

En la actualidad, los proyectos de ingeniería en Venezuela se han visto afectados por la presencia de equipos de climatización de alta tecnología y elevados costos de energía y mantenimiento. Esto, acompañado de la poca importancia dada a la afectación ambiental y el diseño bioclimático, ha generado la construcción de edificaciones con grandes instalaciones mecánicas que requieren de altos consumos de electricidad y producen grandes cantidades de CO<sub>2</sub> cuando el combustible que se emplea es fósil, con la finalidad de lograr mantener el confort interior necesario en los espacios; aunque también puede originar problemas por los gases refrigerantes que afectan la capa de ozono.

La localización geográfica de Venezuela debería permitir contar con una arquitectura muy sencilla dirigida a proveer de edificaciones sostenibles que aprovechen las condiciones naturales del clima y de bajo consumo energético en su ciclo de vida útil. Los procesos constructivos venezolanos en general se encuentran actualmente en un estado muy deteriorado, siendo afectado por oscilaciones político-económicas que se han dado en el país en las últimas dos décadas y que han hecho decaer en gran medida la calidad de la construcción y muy especialmente el sector de la vivienda.

El proceso de planificación de urbanismos que se adelanta en las ciudades, está asociado al progreso humano y trae consigo efectos negativos sobre el entorno dada las conclusiones del país, al no elaborarse de manera adecuada los estudios adecuados y pertinentes que se requieren.

#### **4.1.2. Evaluación de zona en estudio.**

##### **Ubicación Geográfica:**

San Diego es uno de los 14 municipios autónomos que conforman el Estado Carabobo en la Región Central de Venezuela. La capital del municipio es la ciudad homónima de San Diego de Alcalá. Se encuentra ubicado en la Región Oriental (centro-este) del Estado Carabobo. Posee una superficie de 106 km<sup>2</sup> y una población aproximada para el 2014 de 122.893 habitantes.

La zona norte del municipio se encuentra en la Cordillera de la Costa mayormente ocupada por el Parque Nacional San Esteban superando los 1.000

metros de altura y con una precipitación anual promedio de 1.500 mm; mientras que en la zona sur y centro del municipio se presentan precipitaciones entre 900 mm y 1.300 mm por la depresión del Lago de Valencia.

**Límites:**

- Al norte: Municipio Puerto Cabello.
- Al sur: Municipio Los Guayos y Municipio Valencia.
- Al este: Municipio Guácara.
- Al oeste: Municipio Naguanagua y Municipio Valencia.

**Geografía:**

.

demás conjuntos residenciales ya que todos poseen las mismas características. De esta muestra se puede empezar a elaborar el análisis mediante el uso de la normativa LEED, por medio de este sistema de certificación, se pueden garantizar las cualidades sustentables de una vivienda.

#### **4.1.3. Sistema de certificación LEED: U.S Green Building Council.**

Para la presente evaluación se usó la aplicación de la normativa LEED for Homes, la cual es el sistema de certificación más reconocido a nivel internacional para el diseño, construcción y operación de viviendas unifamiliares o multifamiliares, esta aborda las normas más exigentes de diseño, ingeniería y construcción a nivel internacional que ayudan a conseguir la máxima eficiencia en los proyectos residenciales. Los resultados y la observación detallada de esta evaluación están presentadas en Apéndice A.

##### **4.1.3.1. Localización y Transporte.**

Análisis				
Si	No	Pre-requisito		PD
<b>6</b>	10	Localización y transporte		16
<b>N/A</b>	N/A	Crédito	LEED para Localización en Desarrollo Urbano	16
<b>0</b>	1	Crédito	Protección de Suelos Sensibles	1
<b>2</b>	0	Crédito	Parcela de Alta Prioridad	2
<b>2</b>	3	Crédito	Densidad del entorno y Usos Diversos	5
<b>1</b>	4	Crédito	Acceso a Transporte Público de Calidad	5
<b>0</b>	1	Crédito	Instalaciones para Bicicletas	1
<b>1</b>	0	Crédito	Huella de Aparcamiento Reducida	1
<b>0</b>	1	Crédito	Vehículos Sostenibles	1

**Tabla 1.** Localización y transporte

Fuente: Marin A, Rojas G (2020)

##### **4.1.3.1.1. LEED para Localización en Desarrollo Urbano.**

**NO APLICA**

##### **4.1.3.1.2. Protección de Suelos Sensibles.**

**NO CUMPLE**

La parcela cumple con los siguientes criterios:

#### 4.1.3.1.3. Parcela de Alta Prioridad.

**CUMPLE**

#### 4.1.3.1.4. Densidad del Entorno y Usos Diversos.

**NO CUMPLE / CUMPLE**

Combined density	Separate residential and non residential densities		Points BD&C (except core and shell)	Points BD&C (core and shell)
Square meters per hectare of buildable land	Residential density (DU/hectare)	Non residential density (FAR)		
5,050	17.5	0.5	2	2
8,035	30	0.8	3	4

**Figura 8.** Puntos para la densidad media en un radio de 400 metros del proyecto

Fuente: Normativas LEED for Homes, Diseño y construcción (2013)

#### 4.1.3.1.5. Acceso a Transporte Público de Calidad.

**CUMPLE**

Viajes a diario	Viajes fin de semana	Puntos
72	40	1
144	108	1,5
360	216	2

**Figura 9.** Servicio de transporte diario mínimo para proyectos con tipos múltiples de transporte (autobús, tranvía, tren, o ferry)

Fuente: Normativas LEED for Homes, Diseño y construcción (2013)

#### 4.1.3.1.6. Instalaciones para Bicicletas.

**NO CUMPLE**

#### 4.1.3.1.7. Huella de Estacionamiento Reducida.

**CUMPLE**

#### 4.1.3.1.8. Vehículos Sostenibles.

**NO CUMPLE**

#### 4.1.3.2. Parcelas Sostenibles.

Análisis				
Si	No			PD
6	4		Parcelas Sostenibles	10
-	No	Pre-requisito	Prevención de Contaminación en Actividades de Construcción	R
0	1	Crédito	Evaluación de la Parcela	1
2	0	Crédito	Desarrollo de la Parcela - Proteger o Restaurar el Hábitat	2
1	0	Crédito	Espacio Abierto	1
3	0	Crédito	Gestión de Agua de Lluvia	3
2	0	Crédito	Reducción de las Islas de Calor	2
1	0	Crédito	Reducción de la Contaminación Lumínica	1

**Tabla 2.** Parcelas Sostenibles.

Fuente: Marin A, Rojas G (2020)

##### 4.1.3.2.1. Prevención de Contaminación en Actividades de Construcción. NO CUMPLE

##### 4.1.3.2.2. Evaluación de la Parcela. NO CUMPLE

##### 4.1.3.2.3. Desarrollo de la Parcela - Proteger o Restaurar el Hábitat. CUMPLE

##### 4.1.3.2.4. Espacio Abierto. CUMPLE

##### 4.1.3.2.5. Gestión de Agua de Lluvia. CUMPLE

##### 4.1.3.2.6. Reducción de las Islas de Calor. CUMPLE

##### 4.1.3.2.7. Reducción de la Contaminación Lumínica. CUMPLE

#### 4.1.3.3. Eficiencia en Agua.

Análisis				
Si	No	Pre-requisito		PD
1	8	Eficiencia en Agua		11
-	No	Pre-requisito	Reducción del consumo de Agua en el Exterior	R
-	No	Pre-requisito	Reducción del Consumo de Agua en el Interior	R
Si	-	Pre-requisito	Medición de Agua a Nivel de toda la vivienda	R
0	2	Crédito	Reducción del Consumo de Agua en el Exterior	2
0	6	Crédito	Reducción del Consumo de Agua en el Interior	6
N/A	N/A	Crédito	Consumo de Agua de las torres de Refrigeración	2
1	0	Crédito	Medición de Agua a Nivel de toda la vivienda	1

**Tabla 3.** Eficiencia en Agua.

Fuente: Marin A, Rojas G (2020)

##### 4.1.3.3.1. Reducción del consumo de Agua en el Exterior. NO CUMPLE

##### 4.1.3.3.2. Reducción del Consumo de Agua en el Interior. NO CUMPLE

##### 4.1.3.3.3. Medición de Agua a Nivel de toda la vivienda. CUMPLE

##### 4.1.3.3.4. Reducción del Consumo de Agua en el Exterior. NO CUMPLE

##### 4.1.3.3.5. Reducción del Consumo de Agua en el Interior. NO CUMPLE

##### 4.1.3.3.6. Consumo de Agua de las torres de Refrigeración. NO APLICA

##### 4.1.3.3.7. Medición de Agua a Nivel de toda la vivienda. CUMPLE

#### 4.1.3.4. Energía y Atmosfera.

Análisis				
Si	No			PD
0	33		Energía y Atmosfera	33
-	No	Pre-requisito	Recepción y Verificación Básica	R
-	No	Pre-requisito	Mínima Eficiencia Energética	R
Si	-	Pre-requisito	Medición de Energía a Nivel de Todo el Edificio	R
-	No	Pre-requisito	Gestión Básica de los Refrigerantes	R
0	6	Crédito	Recepción Mejorada	6
0	18	Crédito	Optimización de la Eficiencia Energética	18
0	1	Crédito	Medición Avanzada de Energía	1
0	2	Crédito	Respuesta a la Demanda	2
0	3	Crédito	Producción de Energía Renovable	3
0	1	Crédito	Gestión Mejorada de Refrigerantes	1
0	2	Crédito	Energía Verde y Compensación de Carbono	2

**Tabla 4.** Energía y Atmosfera.

Fuente: Marin A, Rojas G (2020)

##### 4.1.3.4.1. Pre-requisito: Recepción y Verificación Básica.

**NO CUMPLE**

##### 4.1.3.4.2. Pre-requisito: Mínima Eficiencia Energética.

**NO CUMPLE**

##### 4.1.3.4.3. Pre-requisito: Medición de Energía a Nivel de Todo el Edificio.

**CUMPLE**

##### 4.1.3.4.4. Pre-requisito: Gestión Básica de los Refrigerantes.

**NO CUMPLE**

##### 4.1.3.4.5. Recepción Mejorada.

**NO CUMPLE**

##### 4.1.3.4.6. Optimización de la Eficiencia Energética.

**NO CUMPLE**

##### 4.1.3.4.7. Medición Avanzada de Energía.

**NO CUMPLE**

#### 4.1.3.4.8. Respuesta a la Demanda.

**NO CUMPLE**

La vivienda no cuenta con ninguna de estas tecnologías.

#### 4.1.3.4.9. Producción de Energía Renovable.

**NO CUMPLE**

#### 4.1.3.4.10. Gestión Mejorada de Refrigerantes.

**NO CUMPLE**

#### 4.1.3.4.11. Energía Verde y Compensación de Carbono.

**NO CUMPLE**

Percentage of total energy addressed by Green power RECs and/or offsets	Points
50%	1
100%	2

**Figura 10.** Puntos para energía procedente de energía sostenible o compensaciones de carbono.

Fuente: Normativas LEED for Homes, Diseño y construcción (2013)

#### 4.1.3.5. Materiales y Recursos.

Análisis				
Si	No			PD
0	13		Materiales y Recursos	13
-	No	Pre-requisito	Almacenamiento y Recolección de Reciclables	R
-	No	Pre-requisito	Planificación de la Gestión de Residuos de Construcción y para remodelaciones y/o ampliaciones	R
0	5	Crédito	Reducción del impacto del Ciclo de Vida del Edificio	5
0	2	Crédito	Revelación y Optimización de los Productos del Edificio - Declaraciones Ambientales de Productos	2
0	2	Crédito	Revelación y Optimización de los Productos del Edificio - Fuente de Materias Primas	2
0	2	Crédito	Revelación y Optimización de los Productos del Edificio - Componentes de los Materiales	2
0	2	Crédito	Gestión de los Residuos de Construcción y Demolición	2

**Tabla 5.** Materiales y Recursos.

Fuente: Marin A, Rojas G (2020)

**4.1.3.5.1. Pre-requisito: Almacenamiento y Recolección de Reciclables.**

**NO CUMPLE**

**4.1.3.5.2. Pre-requisito: Planificación de la Gestión de Residuos de Construcción para remodelaciones y/o ampliaciones.**

**NO CUMPLE**

**4.1.3.5.3. Reducción del impacto del Ciclo de Vida del Edificio.**

**NO CUMPLE**

**4.1.3.5.4. Revelación y Optimización de los Productos del Edificio - Declaraciones Ambientales de Productos.**

**NO CUMPLE**

**4.1.3.5.5. Revelación y Optimización de los Productos del Edificio - Fuente de Materias Primas.**

**NO CUMPLE**

**4.1.3.5.6. Revelación y Optimización de los Productos del Edificio - Componentes de los Materiales.**

**NO CUMPLE**

**4.1.3.5.7. Gestión de los Residuos de Construcción y Demolición.**

**NO CUMPLE**

#### 4.1.3.6. Calidad del Ambiente Interior.

Análisis				
Si	No			PD
6	8		Calidad Ambiental Interior	16
-	No	Pre-requisito	Mínima Eficiencia de la Calidad del Ambiente Interior	R
-	No	Pre-requisito	Control del Humo de Tabaco en el Ambiente	R
0	2	Crédito	Estrategias Mejoradas De Calidad del Aire Interior	2
3	0	Crédito	Materiales de Baja Emisión	3
-	N/A	Crédito	Plan de Gestión de la Calidad del Aire Interior Durante la Construcción	1
2	0	Crédito	Evaluación de la Calidad del Aire en el Interior	2
1	0	Crédito	Confort Térmico	1
0	2	Crédito	Iluminación Interior	2
0	3	Crédito	Luz Natural	3
0	1	Crédito	Vistas de Calidad	1
-	N/A	Crédito	Eficiencia Acústica	1

**Tabla 6.** Calidad Ambiental Interior.

Fuente: Marin A, Rojas G (2020)

##### 4.1.3.6.1. Mínima Eficiencia de la Calidad del Ambiente Interior.

**NO CUMPLE**

##### 4.1.3.6.2. Control del Humo de Tabaco en el Ambiente.

**NO CUMPLE**

##### 4.1.3.6.3. Estrategias Mejoradas De Calidad del Aire Interior.

**NO CUMPLE**

##### 4.1.3.6.4. Materiales de Baja Emisión.

**CUMPLE**

##### 4.1.3.6.5. Plan de Gestión de la Calidad del Aire Interior Durante la Construcción.

**NO APLICA**

##### 4.1.3.6.6. Evaluación de la Calidad del Aire en el Interior.

**CUMPLE**

**4.1.3.6.7. Confort Térmico.**

**CUMPLE**

**4.1.3.6.8. Iluminación Interior.**

**NO CUMPLE**

**4.1.3.6.9. Luz Natural.**

**NO CUMPLE**

**4.1.3.6.10. Vistas de Calidad.**

**NO CUMPLE**

**4.1.3.6.11. Eficiencia Acústica.**

**NO APLICA**

**4.1.3.7. Proceso integrador.**

Análisis				
Si	No		PD	
0	1		Proceso Integrador	1
0	1	Crédito	Proceso Integrador	1

**Tabla 7.** Proceso Integrador.

Fuente: Marin A, Rojas G (2020)

**4.1.3.7.1. Proceso integrador.**

**NO CUMPLE**

**4.1.3.8. Innovación.**

Análisis				
Si	No		PD	
0	6		Innovación	6
0	5	Crédito	Innovación	5
0	1	Crédito	Profesional Acreditado LEED	1

**Tabla 8.** Innovación.

Fuente: Marin A, Rojas G (2020)

**4.1.3.8.1. Innovación.**

**NO CUMPLE**

#### 4.1.3.8.2. Profesional Acreditado LEED.

NO CUMPLE

#### 4.1.3.9. Resultados Obtenidos del sistema de certificación LEED.

Categorías	Pre-requisitos		Puntos	
	Si	No	Si	No
<b>Localización y Transporte</b>	-	-	6	10
<b>Parcelas Sostenibles</b>	0	1	9	1
<b>Eficiencia en Agua</b>	1	2	1	8
<b>Energía y Atmósfera</b>	1	3	0	33
<b>Materiales y Recursos</b>	0	2	0	13
<b>Calidad Ambiental Interior</b>	0	2	6	8
<b>Proceso Integrador</b>	-	-	0	1
<b>Innovación</b>	-	-	0	6
<b>Total</b>	2	10	22	80

**Tabla 9.** Resultados Obtenidos del sistema de certificación LEED.

Fuente: Marin A, Rojas G (2020)

#### 4.1.4. Proyectos de Viviendas Unifamiliares Sostenibles en Noruega

La preocupación de Noruega por la sostenibilidad rige en casi todos los ámbitos de la vida, es una potencia petrolera que apuesta por la movilidad eléctrica y los edificios se construyen bajo estrictas reglas para ahorrar energía. El objetivo disminuir el impacto medioambiental, y de paso, que ofrezcan un innovador diseño que es un ejemplo mundial. Noruega protagoniza en sus edificios características de diseño innovador, con materiales extraídos de la naturaleza y bajo pautas de construcción sostenibles. Todos los edificios tienen que tener un certificado de rendimiento energético, mientras que el Consejo Noruego de Edificios Verdes mediante el uso y aplicación de la Ley de Protección del Medio Ambiente, regula y promueve la arquitectura sostenible. No en vano Oslo fue elegida como la Capital Verde Europea de 2019.

Desde 1974, uno de los edificios situados en el campus de la Universidad Técnica de Dinamarca, a las afueras de Copenhague, sirve de campo pruebas para

investigaciones sobre eficiencia energética de construcciones, materiales e instalaciones. Capaz de captar y almacenar cerca de 7.300 kilovatios por hora al año, el inmueble fue uno de los primeros en hacer gala del término “energía cero”.

Esta obra de los ingenieros daneses Torben Esbensen y Vagn Korsgaard contaba con 42 m<sup>2</sup> de paneles solares para demostrar por primera vez que es posible diseñar y levantar una construcción con una demanda de energía nula (o casi nula). La bautizada como Zero Energy House o Casa de Energía Cero se convertía así en la antecesora de aquellos edificios que hoy en día pueden presumir no solo de tener un balance energético cero, sino también de producir más energía de la que consumen.



**Figura 8.** Viviendas con balance energético cero

Fuente: Snøhetta (2018)

Las viviendas capaces de autoabastecerse de calor y electricidad lo consiguen gracias a una combinación de materiales especiales, medidas de eficiencia energética y tecnologías que permiten obtener y almacenar energía de fuentes renovables (Ver Figura 12). En la lista no pueden faltar las placas solares y las baterías, pero también incluyen pavimentos que producen energía cuando se pisan, escayolas que absorben el calor o sistemas autónomos de control de luces y la calefacción.



**Figura 9.** Funcionamiento de viviendas con balance energético cero.

Fuente: Snøhetta (2018)

Además de las tradicionales placas solares, estos inmuebles cuentan con dispositivos como hervidores de agua que aprovechan la energía perdida por el vapor y lavadoras capaces de generar energía gracias a las vibraciones. También presentan sistemas de ventilación natural y una orientación y disposición de las ventanas idónea para aprovechar toda la luz y el calor del sol.

#### 4.1.5. Proyectos de Viviendas Unifamiliares Sostenibles en Canadá

Las casas canadienses, o casas construidas sobre estructuras ligeras de madera, han sido de vivienda más común en Norteamérica y los países nórdicos desde hace más de dos siglos. Al hablar de casas canadiense debe quedar claro que no se está hablando de casas prefabricadas ni cabañas de madera. Se trata de bienes inmuebles cuya construcción se ha realizado con un sistema que utiliza la madera como material estructural. El valor añadido de este tipo de casas viene dando por ser una alternativa sostenible a la construcción que se ha venido realizando en el sur de Europa y, más concretamente, en España. Ya desde el proceso el proceso

constructivo y los materiales empleados, las casas de madera se presentan como un modelo y con una alta eficiencia energética.

**Materiales:** La construcción de casas canadienses permite a las empresas una mayor gama a la hora de utilizar materiales respetuosos con el medio ambiente. De hecho, para la fabricación del principal material que se utiliza en este tipo de construcciones, la madera, no se efectúan emisiones que puedan ser dañinas para el medio ambiente, algo que sí sucede en la fabricación de otros materiales.

Además, frente a lo que pudiese parecer, la extracción de este material ayuda a la conservación de los bosques al ser estos de tala controlada, esto implica que el límite de tala para dichos bosques será siempre inferior a su tasa de crecimiento permitiendo la pervivencia de la cobertura boscosa. Así, este tipo de bosques presentan mayor salud y una tasa más alta de crecimiento que los bosques naturales. Por otro lado, este tipo de viviendas ofrecen muchas soluciones en cuanto a la utilización de materiales de aislamiento. El uso de celulosa, lana de oveja, fibra de madera, e incluso cáñamo se ha convertido en habitual como aislante. Todos ellos son materiales renovables y ecológicos en cuya fabricación no se producen emisiones nocivas.

**Proceso constructivo:** Otro de los aspectos que hacen de las casas canadienses una alternativa sostenible es la baja incidencia que la construcción de estas viviendas tiene sobre el entorno. Para empezar, el plazo en que se levanta una casa de madera es inferior a los 6 meses, pero actualmente se cuentan con tecnologías que logran acortar sensible este tiempo. Ello implica que la incidencia en el medio ambiente sea sensiblemente inferior a otras alternativas, dado que se reduce de manera notable la contaminación tanto atmosférica como acústica.

Una contaminación que también es casi nula es la derivada del uso de maquinaria pesada. Al tratarse de construcciones que se levantan sobre madera solo se utilizan maquinas emisoras de gases en la realización de la cimentación que, ahí se realiza mediante zapata corrida de hormigón armado. Es en ese punto, en la cimentación, en el único momento de la construcción en el que es necesario el uso de agua. El forjado sanitario se realiza ya en madera que se apoya en un murete de

ladrillo. Evidentemente, esto implica un menor derroche de agua durante la obra ya que se usó está limitado a esa primera fase.

**Casas eficientes:** Para este tipo de construcción lo más reseñable y lo que más atrae a los que se deciden por una casa canadiense es su alta eficiencia. No solo por la reducción de emisiones que ello supone, sino también por el ahorro económico que también se deriva de esa eficiencia, llegando a ser de hasta un 60% frente a construcciones más tradicionales gracias a un aislamiento especialmente eficaz.

Además, esta clase de viviendas se suelen diseñar siguiendo los preceptos de la arquitectura bioclimática, es decir, se procura aprovechar al máximo los recursos naturales de los que se dispone el entorno en el que se encuentra. Se estudia el ángulo de incidencia de la radiación solar de manera que está caliente la casa en invierno y no en verano.

#### **4.1.6. Proyectos de Viviendas Unifamiliares Sostenibles en Brasil**

Brasil, país conocido por su exuberante naturaleza y clima subtropical, se está ganando además una merecida fama de sostenible en lo que a las construcciones se refiere. No en vano, es el cuarto país con más edificios sostenibles del mundo. Este creciente interés ha llegado a los edificios residenciales, las viviendas sostenibles se están imponiendo en Brasil. Prueba de ello es que el Green Building Council (responsable de la certificación LEED) empezó, ya en 2012, a desarrollar una certificación para construcciones residenciales basado en leyes, condiciones climáticas y constructivas propias de Brasil, el GBC Brasil Casa. En él se evalúa la vivienda sostenible utilizando 8 categorías: Implantación, uso racional del agua, energía, materiales y recursos, calidad ambiental interna, innovación del proyecto, requisitos sociales y créditos regionales.

#### **4.1.7. Proyectos de Viviendas Unifamiliares Sostenibles en Estados Unidos**

La construcción de viviendas sostenibles y la rehabitación con criterios eco-eficientes avanza de manera importante durante los últimos en Estados Unidos. Este supone un 17% del negocio, según un reciente estudio de la editora McGraw-Hill Construcción, y aporta unos 7.000 millones de dólares al año a la industria de la construcción. Además, los datos revelan que, en los próximos cuatro años, 1 de

cada 3 viviendas (un 38% de la demanda de viviendas del país) serán ecológicas y el mercado asociado a su construcción se moverá entre los 87.000 a 114.000 millones de dólares. Además, en el mercado de rehabilitación de este tipo de inmuebles, las compañías esperan que el 65% de sus proyectos de 2012 sean de edificación sostenible y que en 2016 se llegue al 77%.

El estudio explica que los principales factores que hacen que los consumidores se decanten por este tipo de construcciones son la calidad que estos ofrecen y el ahorro energético del que se benefician. En contra, la poca concienciación ciudadana y los altos costos iniciales que supone la construcción de estas viviendas, hacen que los consumidores rechacen la posibilidad de escoger este producto.

El 61% de las constructoras consultadas para realizar el estudio confirma que los propietarios están cada vez más dispuestos a pagar más por una vivienda sostenible y que el 66% de las obras que se llevan a cabo son para remodelaciones de este tipo. El ahorro energético de estas casas es la característica fundamental que señalan los consumidores. Desglosado por regiones, la costa oeste está viendo un crecimiento superior a la media en lo que se refiere a edificación sostenible, seguida de cerca por el norte y el oeste de Mississippi. Nueva Inglaterra, señalan, también ha experimentado un crecimiento sustancial en este mercado.

Es importante tomar los ejemplos de países más desarrollados en el tema de sostenibilidad, para tener una guía de cómo elaborar proyectos que tengan un beneficio personal, garantizando un estilo de vida adecuado y ayudando al impacto que pueden tener las obras sobre el territorio, como se pudo observar en los proyectos ya presentados, es momento de pensar en establecer criterios como, la reutilización de materiales, alternativas de energía, aprovechamiento del agua, entre otras que podrían dar un beneficio a largo plazo.

Como se pudo observar la elaboración de proyectos de edificaciones enfocado en la sustentabilidad a nivel mundial está llegando a niveles importantes, tomando en consideración parámetros que se tocarán más adelante, como el ahorro energético, la eficiencia del agua, el aprovechamiento de recursos naturales, entre otros. De la evaluación realizada se puede obtener un diagnóstico adecuado a la

situación actual a nivel nacional, siendo este que las viviendas realizadas, no cuentan con todos los requerimientos necesarios e importantes para la calidad de vida de las personas.

Adquirir puntos en las categorías de “eficiencia en agua” y “energía y atmósfera” implica el tener que llevar a cabo una serie de estrategias adecuadas que permitan el ahorro energético y de agua, esto como pudo observarse los sistemas actuales con los que cuenta la vivienda evaluada, no cumplió con la mayoría de los requisitos que se evaluaron, esto conociéndose de antemano dado la condición país que implicaría un alto costo económico el llevar a cabo todas las instalaciones pertinentes que indica la normativa, debido a que el precio final de la vivienda sería inalcanzable. La obtención de puntos en la categoría de “materiales y recursos” es muy complicada en Venezuela, ya que el manejo de residuos producto de demoliciones o remodelaciones no se hace de manera adecuada.

#### **4.2. Análisis de los procedimientos variables que permitan dimensionar los factores determinantes del diseño de sistemas de viviendas unifamiliares sostenibles.**

La construcción ecológica adopta un enfoque del ciclo de vida y analiza el ciclo de vida completo de un proyecto, producto o servicio, en lugar de una imagen instantánea. La dimensión de la longevidad distingue la práctica de construcción ecológica de la construcción convencional, que probablemente no piensa en el tiempo, y ayuda a crear comunidades y edificios pensados para perdurar.

Para un edificio, un enfoque de ciclo de vida comienza con las decisiones de pre diseño iniciales que establecen los objetivos y un programa para seguir. Continúa a través de la selección de la ubicación, después el diseño, la construcción, las operaciones y el mantenimiento, la restauración y la renovación. El ciclo de vida de un edificio finaliza con la demolición o, preferentemente, la reutilización.

En la mayoría de los casos, en nuestro sistema industrial, tratamos la manufactura de los productos, la construcción de edificios y las operaciones de las organizaciones como sistemas abiertos. Tomamos materiales del exterior

del sistema, los usamos para hacer algo y después descartamos lo que sobra. Este desempeño de recursos se produce en cada fase del ciclo de vida, lo que crea un ciclo constante de consumo y desechos.

Además de los efectos en las primeras fases de la cadena de producción que ocurren antes de usar un material, existen impactos al final de la cadena de producción asociados con su operación y fin de vida útil. Debemos considerar los efectos tanto al inicio como al final de la cadena de producción en nuestros procesos de toma de decisiones. El razonamiento aplicado a sistemas depende de la identificación y acción en función de las oportunidades para cerrar este ciclo. Debido a que generalmente no consideramos los elementos de construcción en su relación con un conjunto más grande de sistemas, estos desechos permanecen invisibles en gran medida. Al incorporar los efectos al inicio de la cadena de producción en nuestro análisis de las alternativas, podemos obtener un panorama más amplio de los costos ambientales y los beneficios de los materiales.

La práctica de investigar los materiales desde el punto de extracción hasta su eliminación a veces se describe como de la cuna a la tumba: una expresión que sugiere un proceso lineal a través de un sistema abierto. El diseño sustentable requiere un pensamiento metódico a través de los tipos de estrategias para cada aspecto del sistema y evaluar alternativas en función de los objetivos del proyecto mediante un proceso iterativo. Si bien este proceso podría ser más complicado y más costoso que un proceso de diseño convencional, es probable que ayude al equipo a encontrar soluciones que servirán al propietario del proyecto, a los ocupantes y a la comunidad con el paso del tiempo.

En general, la fase de evaluación y selección de un proceso de diseño sustentable implica la enumeración de todos los tipos de estrategias y tecnologías que podrían ayudar. Esta amplia lista luego se revisa y las opciones se acotan sobre la base de determinados criterios, como si una estrategia es viable en el sitio, si una tecnología está disponible y si un enfoque es apropiado

para el proyecto. Una vez que la lista se ha acotado, se podría requerir un análisis más centrado.

#### **4.2.1. El impacto ambiental de los edificios**

En este punto del análisis podemos hacernos una pregunta de gran relevancia la cual sería, ¿Por qué es necesaria la construcción ecológica?

Los edificios y las comunidades, incluidos los recursos usados para crearlos y la energía, el agua y los materiales necesarios para operarlos, producen un efecto considerable en el entorno y la salud humana. El efecto acumulado de las prácticas convencionales en la industria de la construcción presenta profundas implicancias para la salud humana, el medio ambiente y la economía:

- La limpieza del terreno para el desarrollo de los urbanismos a menudo destruye los hábitats de vida silvestre.
- La extracción, la fabricación y el transporte de materiales pueden contaminar el agua y el aire, liberar productos químicos tóxicos y emitir gases de efecto invernadero.
- Las operaciones de construcción requieren grandes aportes de energía y agua, y generan considerables corrientes de desechos.
- El transporte hacia y desde los edificios por parte de las personas que van a trabajar diariamente y los proveedores del servicio suma a los efectos ambientales nocivos asociados con el uso de vehículos, tales como el mayor consumo de energía y contaminación.

Al construir ecológicamente, podemos reducir el daño ambiental. En muchos casos, los edificios ecológicos incluso pueden mejorar el estado del medio ambiente y las personas que los usan. La elaboración de un proyecto de vivienda unifamiliar sostenible debe considerar distintos criterios que permitan el mejor aprovechamiento de las energías y las condiciones del terreno a intervenir.

#### **4.2.2. Fase de diseño**

Esta fase se divide en dos apartados: edificios e instalaciones y zona libre de edificación, incluyendo respectivamente aspectos relativos a la infraestructura propiamente dicha y a las zonas colindantes que pertenecen a la edificación.

##### **4.2.2.1. Ubicación, entorno y orientación**

La ubicación es un elemento fundamental de los edificios ecológicos: Puede definir estrategias apropiadas y también limitar cómo puede ser realmente un proyecto ecológico. Según cuáles sean los problemas ambientales más acuciantes de un área particular, la ubicación puede afectar las prioridades del equipo de un proyecto. La ubicación incluye los siguientes factores:

- El contexto natural. El clima, el sol, el viento, la orientación, los suelos, las precipitaciones, la flora y la fauna local.
- El contexto de la infraestructura. La disponibilidad de recursos, materiales, habilidades y conexiones de servicios públicos, carreteras y tránsito.
- El contexto social. Las conexiones con la comunidad y otros destinos, las prioridades locales, la historia cultural y las tradiciones, la normativa local y los incentivos.

La selección de la ubicación es una de las primeras decisiones que se toman en un proyecto y esta decisión define muchas de las oportunidades y limitaciones que el equipo del proyecto enfrentará. Puede determinar si un proyecto podrá aprovechar la luz solar, si tendrá acceso al transporte público y otros servicios, y si protegerá el hábitat. Un edificio cuyos ocupantes deben conducir grandes distancias puede contribuir con las emisiones de gases de efecto invernadero, además de la destrucción del hábitat natural para el desarrollo de la infraestructura. A fin de diseñar de manera sustentable en un lugar, un equipo puede comenzar por el sitio del proyecto y determinar cuáles son los usos más apropiados para ese sitio.

##### **4.2.2.2. Estudiar el entorno de la zona para optimizar el diseño**

Los equipos de proyectos con un objetivo de sustentabilidad desarrollan una comprensión profunda del lugar y el contexto en el que se construyen sus proyectos. Van más allá de una evaluación superficial del sitio y estudian el terreno y su

historia. Buscan formas de realizar conexiones con el sitio inmediato, la cuenca fluvial circundante o las características ecológicas, y promover su evolución saludable. En el diseño se debería considerar la realización de un estudio preliminar que tenga en cuenta los condicionantes del entorno donde se ubique el edificio, de manera que las características del mismo puedan ser aprovechadas al máximo a la hora de redactar el proyecto con criterios de sostenibilidad. De ahí, que los aspectos a considerar deberían incluir el estudio de la climatología, la integración en el entorno y la disposición del edificio.

#### **4.2.2.3. Integrar el edificio y los materiales en el entorno para aprovechar los recursos**

Se deben armonizar los diseños de los nuevos edificios o rehabilitaciones con el entorno, potenciando su integración en el paisaje. Así mismo usar los sistemas constructivos representativos de la zona de manera que se aprovechen los recursos del entorno y se minimicen el consumo energético derivado del transporte. La elección de los materiales de construcción es esencial para el bienestar de los habitantes y para el equilibrio del medio ambiente.

#### **4.2.2.4. Configuración arquitectónica del edificio**

El edificio debe aprovechar al máximo las posibilidades de los sistemas pasivos para ahorrar energía. Por eso, se debería estudiar el aprovechamiento de la radiación solar, iluminación y ventilación naturales, así como valorar los aislamientos necesarios para evitar pérdidas. Hay que tener presente que la realización de un buen diseño del edificio, teniendo en cuenta estos criterios, puede reducir las necesidades de climatización hasta en un 60%.

#### **4.2.2.5. Gestionar la radiación solar para ahorrar energía**

Utilizar colores en los elementos de cerramiento que conforman la envolvente de la edificación, que aprovechen al máximo la radiación solar:

- En la cubierta, usar colores oscuros para captar la máxima radiación solar.
- En las fachadas, utilizar colores claros que permitan una menor absorción de energía; los colores oscuros pueden usarse en zócalos

para aumentar la inercia térmica, respetando en todo momento la estética del edificio.

- En el interior, se recomienda el uso de colores claros para las estancias de manera que se potencie la iluminación.
- Utilizar especies vegetales de hoja caduca en los alrededores del edificio (exceptuando la zona norte) para proteger de la radiación solar del verano y permitir la invernal.

Usar soluciones arquitectónicas no convencionales que aprovechen la radiación solar de manera que se utilice el calor emitido por el sol para climatizar con el menor gasto de energía posible. Algunos ejemplos son:

- **Muro de acumulación o muro Trombe:** Son muros contruidos de materiales que absorben calor y están orientados hacia el sol. El muro se recubre en su cara exterior por una superficie acristalada dispuesta a una distancia entre 2 y 5 cm y unos conductos en la parte superior e inferior con unas compuertas que permiten el flujo de aire. La luz solar pasa a través del cristal y calienta la superficie del muro, generalmente pintada de negro. Esta superficie absorbente, al calentarse, emite radiación infrarroja que queda atrapada por el cristal.
- **Techo de acumulación de calor:** Es una solución constructiva que aprovecha la superficie de la cubierta del edificio para captar y acumular le radiación solar. El sistema debe de disponer de complejos dispositivos de cierre, que eviten la pérdida de calor acumulado por el día, durante la noche.

#### **4.2.2.6. Optimizar el aislamiento térmico del edificio para evitar pérdidas de energía**

En edificios de ocupación constante utilizar soluciones constructivas de alta inercia térmica y en edificios de baja ocupación utilizar soluciones constructivas de baja inercia térmica. La capacidad de acumulación térmica de una pared es una característica que depende de su espesor, de su masa y del calor específico del material y nos indica la capacidad de almacenar calor, manteniendo la temperatura

de la cara interna del muro frente a variaciones de la temperatura en la cara externa debidas a la climatología. Dentro de los edificios de ocupación constante, las recomendaciones generales son las siguientes:

- En climas continentales y en invierno, inercia térmica elevada en las zonas más soleadas de los edificios y poca inercia en las partes donde no da el sol. Así se podrán calentar rápidamente las segundas.
- En climas continentales y en verano, inercia térmica elevada para compensar las oscilaciones térmicas entre el día y la noche.

#### **4.2.2.7. Proporcionar a las estancias el máximo acceso a la iluminación natural para ahorrar energía**

Es necesario llevar a cabo una serie de acciones que nos permitan proporcionar al máximo la iluminación natural con la que contamos, con el fin del ahorro de energía, estos se dividirán en:

- Realizar un tratamiento diferenciado de ventanas y huecos acorde con su orientación. Reduciendo la superficie de acristalamiento en una fachada se pueden alcanzar ahorros, en el consumo de energía, de hasta un 16 %.
- Realizar una distribución interior del edificio de manera que las estancias de más uso sean las que mayor iluminación reciban y las de menor uso se encuentren en la zona interior, con menor iluminación.
- Evitar las habitaciones profundas y con poca superficie de fachada puesto que son más complicadas de iluminar.
- Incorporar a los edificios de gran profundidad patios interiores que garanticen la iluminación natural.

#### **4.2.2.8. Optimizar la ventilación en el edificio para contribuir al confort térmico y evitar la contaminación**

Para este proceso de optimización de la ventilación es necesario incorporarlos a los edificios de gran profundidad, de patios interiores que garanticen la ventilación natural. Así como Acondicionar las cubiertas con sistemas de ventilación para impedir que el edificio se sobrecaliente y, por tanto, conseguir reducir el consumo

de energía. Es recomendable utilizar, siempre que sea posible, sistemas sostenibles de ventilación como son la ventilación híbrida o mecánica.

Para cualquier tipo de instalaciones se recomienda realizar un diseño adecuado de los sistemas activos de los edificios contribuye de una forma importante al ahorro en el consumo de recursos naturales. En todo proyecto de sostenibilidad que se encuentra en etapa de estudio o de construcciones recomendable considerar una serie de buenas prácticas a seguir para proyectar unas instalaciones que gestionen adecuadamente el uso del agua y la energía.

#### **4.2.2.9. Aprovechamiento de los distintos tipos de aguas**

El agua como recurso natural renovable, fundamental para la vida humana y para los procesos de producción, ante la contaminación y la sobre explotación por encima de su capacidad de recarga, se convierte en un recurso escaso. De ahí la importancia de identificar, validar y difundir aquellas formas de captación, almacenamiento, distribución y conservación del agua que contribuyen a su uso racional y que son un factor clave en los procesos de desarrollo rural y manejo de los recursos naturales en los ecosistemas.

Para el aprovechamiento de los distintos tipos de agua se recomienda:

- Instalar redes separativas de aguas pluviales y residuales.
- Incorporar sistemas para la recogida y aprovechamiento de aguas pluviales y grises y diseñar las instalaciones de manera que se separen las aguas negras de las aguas grises.
- Instalar accesorios de plomería eficientes. Instalar nuevos accesorios de bajo flujo, incluidos lavatorios, fregaderos de cocina y duchas, inodoros de doble descarga, orinales sin agua e inodoros de compostaje de bajo flujo.
- Usar agua no potable. Si la ley lo permite, usar agua de lluvia recolectada, aguas grises o agua recuperada proporcionada por la municipalidad para los accesorios de descarga. Diseñar e instalar sistemas de plomería capaces de usar agua de lluvia recolectada o aguas grises en accesorios de descarga.

- Instalar sub-medidores. Medir los sistemas de agua interiores y supervisar los datos para realizar un seguimiento de las tendencias de consumo, determinar el desempeño de los accesorios y detectar fugas.
- Elegir plantas adaptadas localmente. Jardines con plantas nativas y adaptadas que requieren menos agua. Estas plantas tienen la ventaja adicional de proporcionar un hábitat para la vida silvestre nativa.
- Seleccionar tecnologías de riego eficientes. Los sistemas de goteo y burbuja, y los controladores basados en el clima permiten ahorrar agua.
- Usar agua no potable. El agua de lluvia recolectada, las aguas grises o las aguas recuperadas municipales son aptas para el riego.

#### **4.2.2.10. Incorporar instalaciones y adoptar criterios que fomenten el ahorro en el consumo de electricidad**

En este apartado es necesario tomar en consideración las siguientes acciones:

- Realizar una zonificación para instalar la iluminación que aproveche al máximo la luz natural.
- Diseñar la instalación de iluminación de tal forma que se asegure que cada punto de luz esté conectado a un interruptor diferente para poder activar sólo las luces necesarias.
- Incorporar sistemas de iluminación y aparatos electrónicos de bajo consumo.
- La utilización de lámparas de bajo consumo y lámparas electrónicas permiten la obtención de ahorros de hasta un 80% en energía y presentan una vida útil diez veces mayor a las lámparas convencionales.

#### **4.2.2.11. Control de la erosión y la contaminación del suelo**

La ubicación donde tiene lugar la obra de construcción puede sufrir un gran impacto ambiental si no se cuidan ciertos aspectos durante la ejecución de los trabajos. Por tanto, se aportan consideraciones encaminadas a la protección del suelo, el medio ambiente atmosférico en el entorno de la obra, el ciclo del agua y los impactos indirectos asociados al consumo de energía y al empleo de materiales de construcción.

#### **4.2.2.12. Proteger la vegetación existente en la zona de obra**

Si es factible, mantener la vegetación en su lugar de origen utilizando sistemas de protección en plantas y árboles para evitar su deterioro durante la obra. A continuación, se recogen una serie de ejemplos de protecciones físicas para plantas y árboles:

- **Protección colectiva:** Delimitar una zona de protección de las áreas de vegetación rodeada por una valla metálica, articulada con anclajes de pies de hormigón suficientemente pesados. La distancia mínima a los árboles será de 2 metros.
- **Protección individual:** Si no es posible realizar una protección colectiva por problemas de espacio, utilizar el vallado de protección individual. La valla de protección debe ser de material resistente, preferiblemente madera con 2 metros de altura mínimo, u otros materiales reciclados o reutilizados pero resistentes.
- Si no es factible mantener la vegetación en su lugar de origen:
- Trasplantar en lugares cercanos los ejemplares notables.
- Reducir al mínimo la destrucción de superficie vegetada (reduciendo, por ejemplo, el área de desbroce.

#### **4.2.2.13. Preservar las aguas freáticas y superficiales para no afectar al ciclo del agua**

Se presentarán varios casos que deben ser considerados para la preservación de las aguas:

- Reducir al máximo los movimientos de tierras y disponer capas protectoras del nivel freático.
- Redireccionar las escorrentías de forma que no crucen las obras arrastrando sedimentos.
- Proteger durante la obra el drenaje natural del terreno, en función de las posibles filtraciones debidas al almacenamiento y utilización de materiales, para poder prevenirlas sin que llegue a existir afección al suelo.

- Evitar, en la medida que establezca la legislación, verter productos tóxicos a la red de saneamiento o al suelo.
- Minimizar áreas impermeabilizadas. Aumentar el área de superficies permeables, como los techos verdes, el pavimento poroso y los adoquines para traza urbana.
- Controlar las aguas pluviales. Instalar lagunas secas, jardines pluviales, biocanales de drenaje y funciones similares en el paisaje diseñadas para contener agua y ralentizar el índice de escorrentía.
- Incorporar la gestión de aguas pluviales al diseño del sitio. Usar características que cumplen múltiples funciones, como macetones que recolectan agua de lluvia, calles que incluyen biocanales de drenaje para capturar y conservar agua de lluvia, y mantillo que forma el suelo y conserva la humedad.
- Redireccionar las aguas pluviales. Dirigir la escorrentía a las lagunas secas, los jardines pluviales, los biocanales de drenaje y otras características del paisaje que retienen agua.

#### **4.2.2.14. Proteger el suelo ocupado durante la obra**

La protección del suelo en toda etapa de construcción es de gran importancia para preservar el medio ambiente, es conocido que durante una obra el suelo queda expuesto a contaminación por lo que se presentaron algunos casos para la correcta protección del suelo. Es recomendable tomar cierta consideración para la debida protección del suelo, como lo serían:

- Prevenir el arrastre de sedimentos fuera de la obra: Determinando específicamente la zona de actuación de la obra, la localización de instalaciones auxiliares, sistemas de paso de cauces, lugares de almacenamiento de materiales y ubicación de los acopios temporales de tierra vegetal.
- Llevando un control estricto durante la obra en las labores de limpieza del paso de vehículos, de las áreas de acceso, de las zonas de actuación más importantes del proyecto y del entorno más inmediato a la obra.

- Disponiendo, a ser posible, de una única entrada a la obra bien delimitada, para disminuir las áreas sin elementos de contención.
- Manteniendo las vallas de control hasta que la vegetación se haya recuperado al menos en el 70% del terreno, para asegurar el control de la erosión.
- Reservar, siempre que haya espacio suficiente, el suelo edáfico o capa superficial rica en nutrientes (primeros 20 cm) para ajardinamientos posteriores.
- Evitar la compactación de suelos destinados a zonas verdes: Limitar y balizar la zona de actuación de las obras, protegiendo las futuras zonas verdes para evitar el paso de maquinaria, acopio de materiales, instalaciones, etc.
- Utilizar rutas, accesos y desvíos ya existentes para llegar a la obra, para no tener que ocupar suelo en hacer nuevos viales.
- Reducir lo más posible las actividades de modelado del terreno para mantenerlo lo más natural posible.
- Después de los movimientos de tierra, es recomendable regenerar la vegetación para afianzar el terreno.
- Reducir lo más posible la ocupación de terreno por los acopios de materiales de obra.
- Evitar el contacto con el suelo de maquinaria auxiliar y depósitos de combustible, disponiendo superficies impermeables con sistemas de contención de derrames accidentales.

#### **4.2.3. Fase de uso y conservación**

La fase de uso y conservación constituye la vida útil de un edificio, desde el momento que queda construido, hasta que se abandona. La utilización de sus instalaciones influirá en el medio ambiente, por lo que es importante conocer cuáles son las buenas prácticas a aplicar para un uso sostenible del mismo. De cara a sistematizar lo más posible la gestión ambiental en esta fase del ciclo de vida del

edificio, es recomendable implantar sistemas de gestión energética según el referencial UNE 21630 y/o sistemas de gestión ambiental basados en la ISO 14001.

#### **4.2.3.1. Medidas para el ahorro de agua**

- Realizar campañas de información a los empleados con medidas para ahorrar agua.
- Cerrar los grifos una vez que se terminen de usar.
- No dejar correr el agua durante el lavado de dientes, enjabonado de manos, etc.
- No utilizar el inodoro para tirar desechos que puedan ser depositados en papeleras.
- Avisar al personal de mantenimiento respecto de fugas o goteos lo más rápido posible.

#### **4.2.3.2. Aplicar pautas para el ahorro de energía**

- Utilizar electrodomésticos de alta eficiencia energética
- Subir y bajar las escaleras andando, siempre que sea posible, para reducir el consumo eléctrico del edificio.
- Desenchufar los aparatos que quedan en modo “stand by” al apagarlos.
- Disponer el mobiliario de oficina de manera que no obstaculice las salidas de climatización o que no cubra/tape los radiadores del inmueble, para no dificultar la difusión del aire.

#### **4.2.3.3. Mantenimiento y limpieza**

Las labores de mantenimiento preventivo y limpieza de los edificios repercuten directamente en un menor impacto durante su vida útil, debido a que los equipos e instalaciones funcionaran con mejores rendimientos y, por tanto, con mayor eficiencia, habrá un menor consumo energético, se producirán menos emisiones atmosféricas y menores niveles de ruido y, en general, supondrá una menor necesidad de reparaciones y cambio de componentes. Por tanto además de llevarse a cabo, es importante que el mantenimiento y limpieza se haga con criterios sostenibles, siguiendo los programas establecidos por las disposiciones legales

aplicables y adoptando buenas prácticas que minimicen los aspectos ambientales asociados a estas actividades.

#### **4.2.3.4. Aplicar criterios de respeto al medio ambiente en la limpieza del edificio**

##### **Para la limpieza de la edificación se recomienda:**

- Utilizar única y exclusivamente el agua necesaria para la limpieza de las instalaciones, evitando dejar correr grifos mientras se llevan a cabo las labores de limpieza y barrer previamente al baldeo o fregado de suelo.
- Utilizar, en la medida de lo posible, productos biodegradables.
- Utilizar preferentemente como trapos telas en desuso para generar el mínimo de residuos debido a esta actividad.
- Para las moquetas emplear productos de limpieza en seco que evitan la formación de mohos.
- Utilizar, en la medida de lo posible, productos biodegradables y/o ecológicos.
- Desconectar los aparatos de limpieza cuando no se estén usando para evitar el consumo innecesario de energía.

#### **4.2.4. Uso y mantenimiento de zonas verdes**

##### **4.2.4.1. Establecer medidas para el ahorro de agua de riego**

- Regar en horas de baja radiación para evitar la evaporación.
- Limitar las dosis de riego a los valores siguientes: Diaria inferior a 1.8 l/m<sup>2</sup>  
- Anual inferior a 2.500 m<sup>3</sup>/ha.

##### **4.2.4.2. Realizar un mantenimiento adecuado del sistema de riego**

Elaborar un “Plan de Gestión Sostenible del Agua” que incluya en su contenido:

- Una proyección según los usos de las necesidades del espacio en cuanto a vegetación y el suelo.

- Una valoración de las características del suelo para considerar su modificación para incrementar su capacidad de retención de agua y disminuir las pérdidas por evaporación.
- La optimización de los sistemas de riego y sustitución, en su caso, por otros más eficientes.

#### **4.3. Determinar las variables que influyen en el uso de las herramientas BIM 6D y la Eficiencia**

El progresivo agotamiento de las fuentes energéticas tradicionales y los requerimientos crecientes de habitabilidad, están promoviendo diversas acciones para mejorar el desempeño sostenible de las construcciones. Para asegurar la calidad ambiental y reducir el consumo energético de los edificios, se requiere un adecuado análisis de su comportamiento.

El modelado energético es una categoría de modelos en 3D cuyo objetivo principal es la estimación de la demanda energética que tendrá un proyecto en operación. Esta demanda energética o consumo, está dada como la cantidad de energía, de fuentes eléctrica, gas, entre otras, que requiere un edificio para su operación.

Para realizar la gestión correcta del uso de las herramientas BIM 6D de una edificación de tipo unifamiliar, se utilizará como ejemplo una de las viviendas de la urbanización Valle de Oro en San Diego, la infraestructura es de un solo piso que cuenta con una dimensión total de 180 m<sup>2</sup>, el mismo fue modelado en Revit esto debido a que cuando se habla del 6D, esto está asociado a la fase de proyecto y modelado 3D.

Los modelos de simulación energética se generan teniendo en cuenta la geometría y dimensiones del proyecto y están divididos por zonas, que son espacios definidos y totalmente cerrados, las cuales son la base de la simulación, porque los algoritmos de cálculo reportan datos para cada zona; al final, el programa arroja los datos por zona o para el total de zonas del edificio. Estos modelos, tienen como único propósito reportar datos inherentes a la

simulación energética, no están elaborados para obtener datos de cantidades de materiales, planimetrías o coordinación 3D.

Se disponen en la actualidad de una variedad de programas gratuitos o comerciales para simulación energética de edificio. El Departamento de Energía de los Estados Unidos mantiene desde 1996 un directorio de aproximadamente un centenar de herramientas computacionales, además de desarrollar algunas gratuitas, como Energy-Plus (originalmente denominado DOE), utilizado como motor de cálculo. Como algunos ejemplos de los programas más reconocidos podemos encontrar:

- **Radiance:** Es una suite de programas para el análisis y visualización de iluminación natural y artificial en diseño, principalmente desarrollado por Lawrence Berkeley National Laboratory bajo la financiación del Departamento de Energía de los Estados Unidos.
- **eQuest:** Es un programa utilizado ampliamente en Estados Unidos, especializado en el análisis y visualización del desempeño energético del edificio. Gratuito. Patrocinado por el Departamento de Energía de los Estados Unidos.
- **Autodesk green building studio:** Es el motor para simulación del edificio completo de Autodesk y potencia el análisis de energía para Autodesk Insight 360, Autodesk Revit y Autodesk Formit 360.

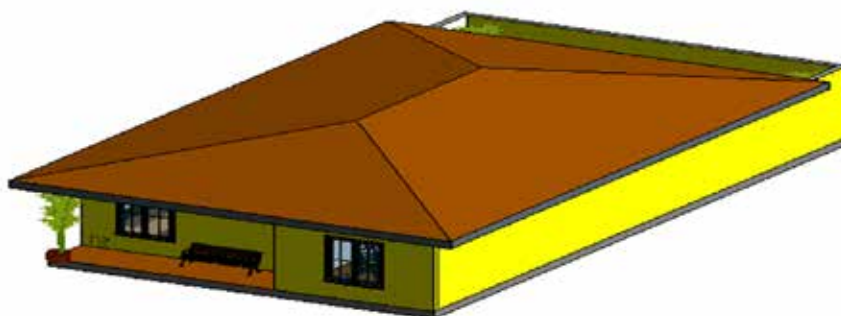
Los sistemas de análisis o simulación energética constituyen en general programas informáticos, en los cuales se deben indicar una variedad de características de los edificios, se calculan internamente sus transferencias térmicas, obteniendo resultados específicos que se exponen de diferentes maneras.

Para la simulación realizada se decidió utilizar el motor de simulación Energy Plus dado que este comparte una extensión de análisis energético con el programa de Autodesk Revit; dicho programa fue utilizado debido a la facilidad de sus fabricantes para el manejo del mismo, el cual adquirirlo es totalmente gratuito y esto debido a que la simulación realizada es netamente

académica no se requiere de un programa de mayor potencia para elaborar el análisis energético que requiera un motor superior o una extensión que permita manejar más opciones a considerar en el desarrollo del análisis.

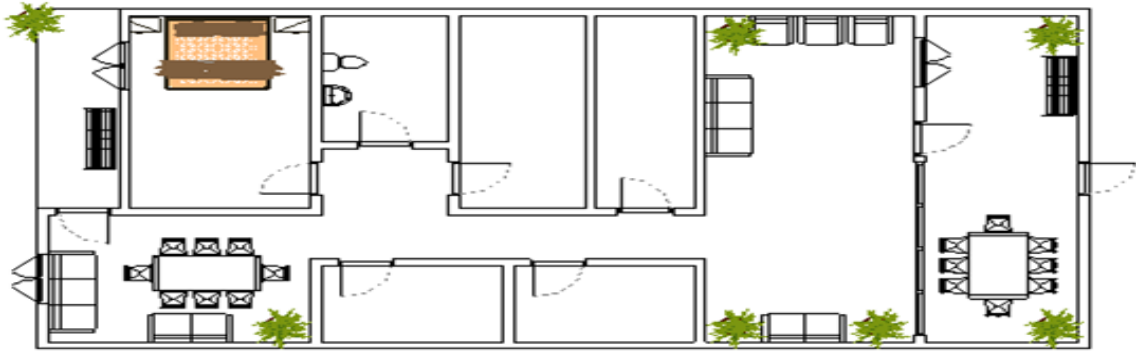
Se puede destacar como se mencionó anteriormente, el motor de simulación Energy Plus no es el único programa capacitado para llevar a cabo un análisis de este tipo, queda a decisión de la persona que quiera llevar a cabo el proceso, ver y analizar cuál es la mejor opción para desarrollar el estudio, así como se tiene la libertad de escoger una extensión de análisis energético, esto debido a que la escogida para elaboración de la simulación presentada a continuación es por ser gratuita.

Existen extensiones de análisis energético aparte del ya mencionado, como puede ser Sefaira, la cual es una plataforma de análisis de rendimiento basada en la web específicamente diseñada para el diseño conceptual. Está dirigida a arquitectos, ingenieros, consultores y diseñadores de edificios. Realiza análisis de todo el edificio basados en la física del potencial de agua, carbono y energía renovable, lo que permite a los diseñadores y arquitectos explorar opciones de diseño. El software incluye soporte para SketchUp, el cual en 2013, lanzó un nuevo complemento para SketchUp que conecta el análisis de energía y la luz del día con el diseño del edificio. En 2014, lanzó un nuevo complemento para Autodesk Revit que conecta el análisis de energía y la luz del día con el diseño del edificio.



**Figura 10.** Vista en 3D de vivienda unifamiliar en Valle de Oro.

Fuente: Marin A, Rojas G (2020)



**Figura 11.** Vista de planta de vivienda unifamiliar en Valle de Oro.

Fuente: Marin A, Rojas G (2020)

Tomando como base la vivienda unifamiliar de 180 m<sup>2</sup> se procede a utilizar el programa Energy plus, el cual trabaja bajo los parámetros que ofrece la metodología BIM en su sexta dimensión, con la finalidad de obtener resultados óptimos en relación con el análisis energético y las cargas térmicas que influyen en el estudio.

#### **4.3.1. Análisis Energético y térmico.**

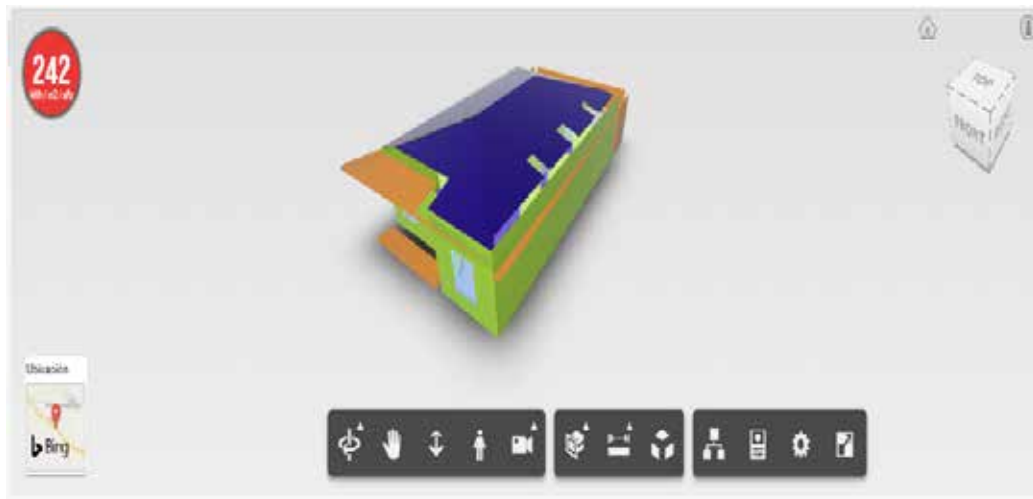
Como se mencionó anteriormente el primer paso consiste en construir un modelo virtual de nuestro edificio o infraestructura, este modelo contiene componentes 3D que pueden tener asociados multitud de datos de diferentes temáticas, entre ellos, los de utilidad para determinar si nuestro proyecto es eficiente o cumple los requisitos necesarios para un determinado sello o certificación energética.

Las herramientas de simulación ya se utilizan desde años anteriores para ayudarnos en esta tarea, pero es gracias al uso extensivo de la metodología BIM a todas las disciplinas lo que permite que podamos comprender con mayor claridad el beneficio de estas herramientas de análisis. La clave reside en vincular de la mejor manera posible la metodología BIM que integra todas las disciplinas técnicas del proyecto con las herramientas de simulación, esto armonizando con criterio el motor de simulación energética junto con el entorno y las extensiones, de forma que podamos obtener resultados que se puedan volcar sobre el modelo y generar modelos que contengan datos justificados con estas herramientas.

Al realizar la simulación energética, se busca obtener resultados que permitan antes de la elaboración de la edificación, el que se puedan tomar decisiones que ayuden a mejorar la eficiencia energética del proyecto. Para la elaboración de simulación es necesario estar registrados en Autodesk para poder generar el modelo en base a la zona donde se encuentra ubicado la vivienda, una vez se realiza se procede a optimizar todo el modelado 3D, el análisis es generado por una extensión de Autodesk llamada Insight facilita datos para el desarrollo en conjunto con el Energy Plus. Como en la mayoría de análisis energéticos, se deberá empezar ubicando y orientando el edificio en Revit. Para ello es recomendable ayudarse con el camino solar.

Una vez hecho esto se deberá definir el entorno más próximo al edificio, es decir, modelar mediante masas o muros todos aquellos elementos que pudiesen generar sombras sobre el edificio objeto de estudio. Tras esto, deberemos definir con más detalle el edificio como tal. Normalmente en los análisis energéticos, se definen los distintos lugares del modelo mediante espacios, sin embargo, para los análisis lumínicos se deberán usar siempre habitaciones.

#### 4.3.1.1 Resultados del análisis energético.

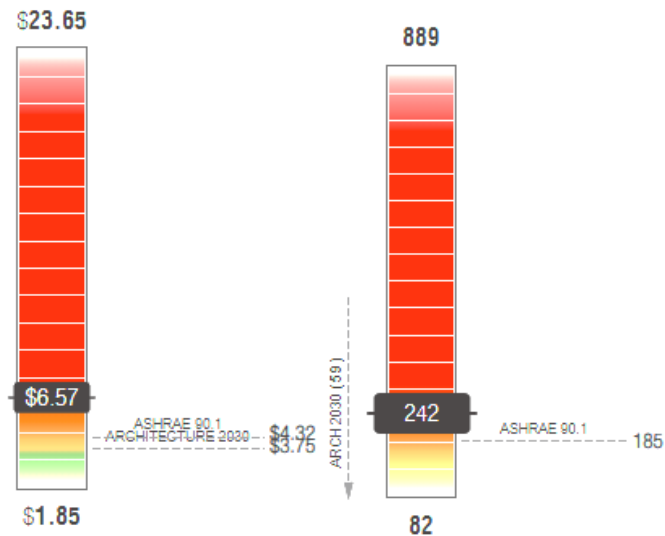


**Figura 12.** Análisis Fotovoltaico de vivienda unifamiliar en Valle de Oro.

Fuente: Marin A, Rojas G (2020)

Lo primero que se puede observar como punto más interesante es que el programa compara el consumo que produce el modelo en relación al máximo o

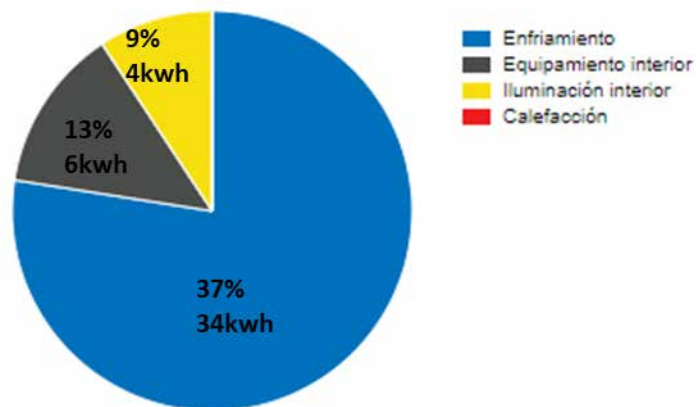
mínimo, según el nivel de optimización al que se llegue en el análisis. El valor energético de la edificación es de 242 kwh/m<sup>2</sup>/año, también realizando una comparativa con los puntos de referencia cercanos a la zona, se puede observar con el consumo energético es ya elevado a lo que se requiere. También presenta el consumo en términos económicos que para esta edificación es de 6,57 USD/m<sup>2</sup>/año.



**Figura 13.** Comparación de puntos de referencia Kwh/m<sup>2</sup>/año.

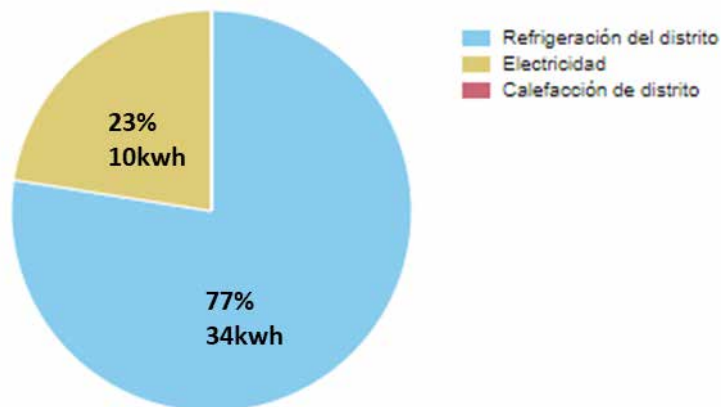
Fuente: Marin A, Rojas G (2020)

La simulación arroja valores a tener en cuenta antes de realizar o elaborar un proyecto, en este caso que se elaboró el diseño a una vivienda ya construida, se puede tomar como referencia para mejorar a futuro el desarrollo energético. Energy Plus tras el análisis data de valores anuales que son de utilidad para tomar consideraciones en base a optimizar el diseño energético.



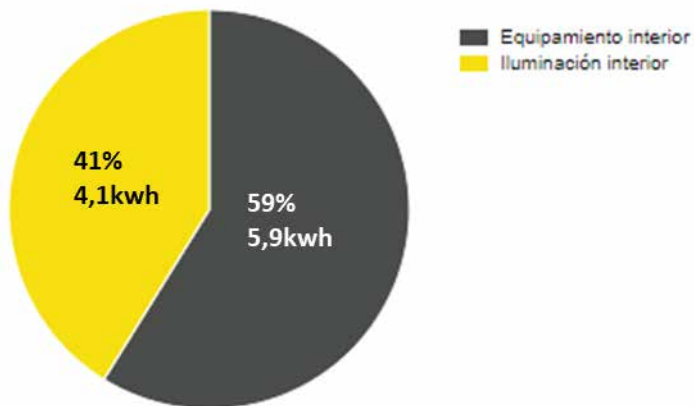
**Figura 14.** Uso de energía.

Fuente: Marin A, Rojas G (2020)



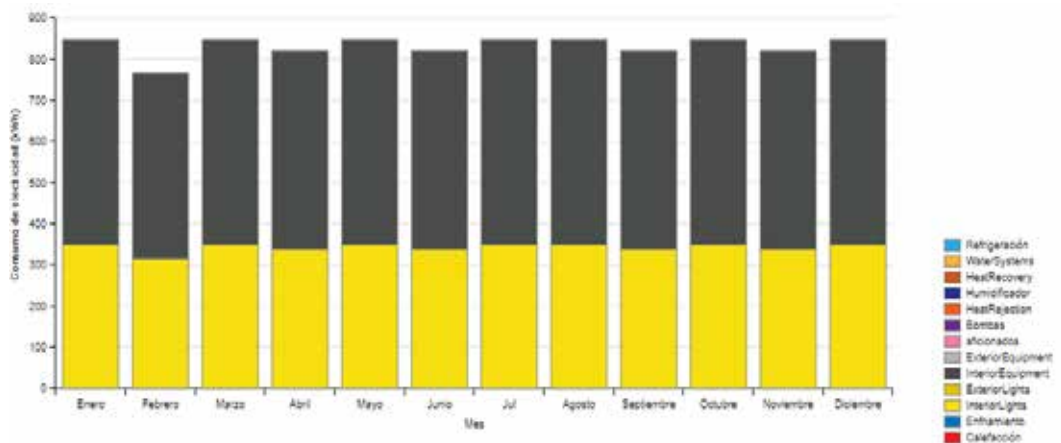
**Figura 15.** Referencia energética.

Fuente: Marin A, Rojas G (2020)



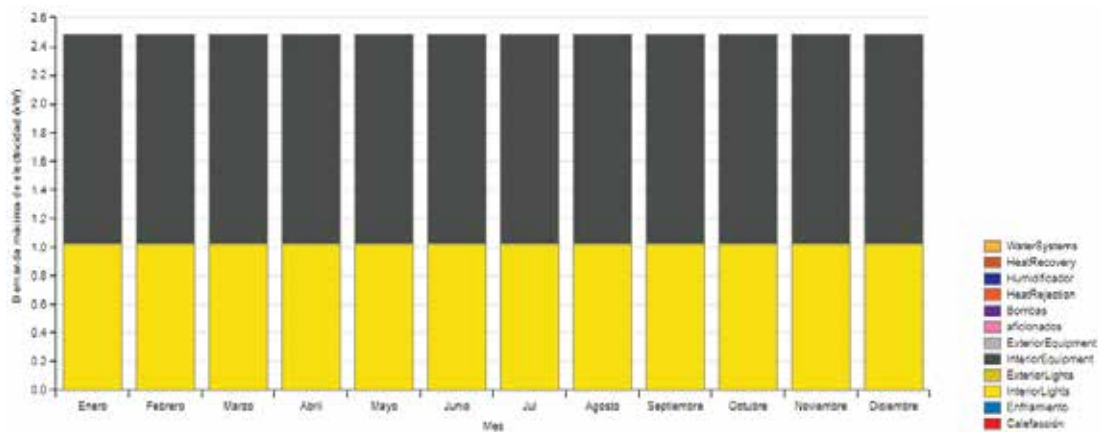
**Figura 16.** EUI (intensidad del uso de energía).

Fuente: Marin A, Rojas G (2020)



**Figura 17.** Consumo de electricidad.

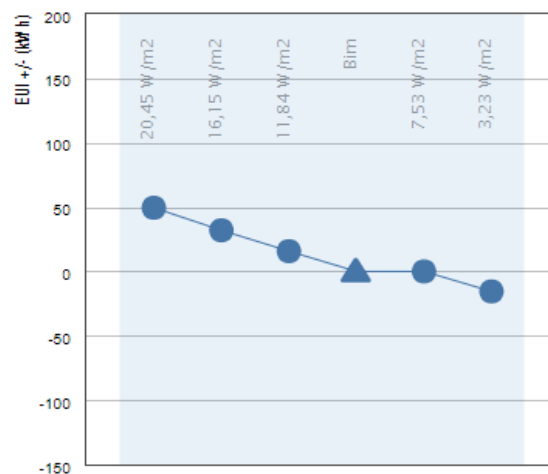
Fuente: Marin A, Rojas G (2020)



**Figura 18.** Demanda pico de electricidad.

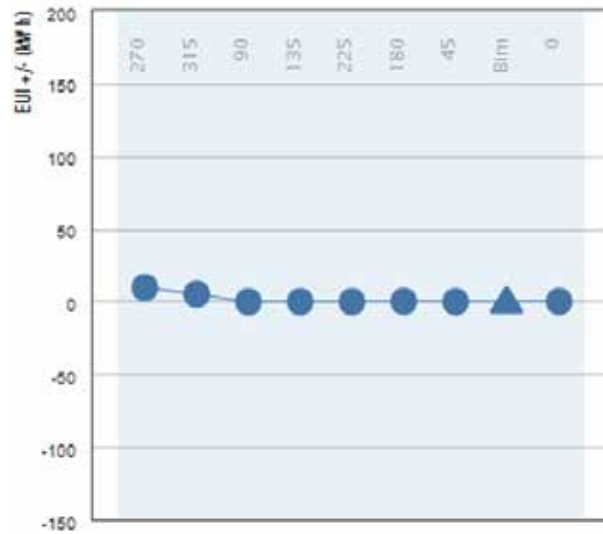
Fuente: Marin A, Rojas G (2020)

La simulación energética permite modificar distintos puntos para ver cuánto se puede mejorar el consumo energético, estas modificaciones que se pueden realizar mediante Insight son de bastante utilidad para los análisis anuales, observando que factores benefician más a la edificación, esto si se realizan los ajustes adecuados como lo serían algunos de estos ejemplos:



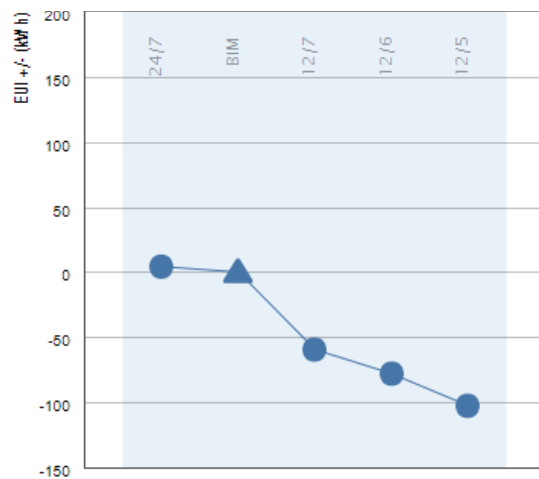
**Figura 19.** Orientación de la edificación.

Fuente: Marin A, Rojas G (2020)



**Figura 20.** Eficiencia de la iluminación.

Fuente: Marin A, Rojas G (2020)



**Figura 21.** Horario de funcionamiento.

Fuente: Marin A, Rojas G (2020)

Al analizar qué factores son los mejores para analizar la eficiencia energética en la edificación, se puede dar paso a optimizar el diseño del análisis energético, esto para optimizar el proyecto y darle un gran margen de mejora a la construcción.

### 4.3.1.2. Resultados del análisis térmico.

	Sensible - Instantáneo [W]	Sensible - Retrasado [W]	Sensible - Aire de retorno [W]	Latente [W]	Total [W]	%Grand Total	Zona relacionada [m2]	Total por área [W/m2]
Gente	205.15	96.48		234.46	536.08	5.60	151.00	3.55
Luces	1137.75	0.00	0.00		1137.75	11.88	151.00	7.53
Equipo	1625.35	0.00		0.00	1625.35	15.97	151.00	10.76
Refrigeración	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	151.00	0.00
Equipo de uso de agua	0.00			0.00	0.00	0.00	151.00	0.00
Pérdidas de equipos HVAC	0.00	0.00			0.00	0.00		
Equipos de generación de energía	0.00	0.00			0.00	0.00		
DOAS Directo a la Zona	0.00			0.00	0.00	0.00		
Infiltración	359.31			609.51	978.82	10.22	172.90	5.66
Ventilación de zona	513.71			1012.87	1626.58	16.98		
Mezcla entre zonas	0.00			0.00	0.00	0.00		
Techo		545.96			545.96	5.70	151.39	3.61

Figura 22. Información del tamaño de la zona.

Fuente: Marin A, Rojas G (2020)

Nombre de la zona	Tipo de carga	Cálculo de la carga de la reserva de la reserva de la reserva de valores de la unidad de aire	Carga de des de los usuarios de la descarte de los usuarios de la unidad de descarte	Cálculo de la velocidad de flujo de aire de m3 / s	Tasa de flujo de aire de des usuario de usuario (User Des Air Flow Rate)	Nombre del día de diseño	Fecha/Hora de Pico	Temperatura en el pico de la temperatura de la temperatura de la temperatura de la temperatura en	Relación de humedad en el pico de kgAgua/kgDryAir	Superficie del piso á m2	Ocupantes	Cálculo de la velocidad de flujo de aire al aire libre m3/s	Caleficia DOAS Tasa de Adición de Calor (DoAS)
1 ESPACIO ANALITICO 1	Enfriamiento	7728.01306	7728.01306	0.70761	0.70761	MARACAY SUCRE AP JUNIO 4% CONDNS DB->MCWB	6/21 16:15:00	33.09600	1.60547E-002	151.00003	4.00000	5.54638E-002	0.00000
2 ESPACIO ANALITICO 1	Calefacción	1146.74468	1146.74468	5.21978E-002	5.54638E-002	MARACAY SUCRE AP ANN HTG 99.6% CONDNS DB	7/21 24:00:00	17.50000	1.31623E-002	151.00003	4.00000	5.54638E-002	0.00000

Figura 23. Componentes estimados de carga pico de refrigeración.

Fuente: Marin A, Rojas G (2020)

	Sensible - Instantáneo [W]	Sensible - Retrasado [W]	Sensible - Aire de retorno [W]	Latente [W]	Total [W]	%Grand Total	Zona relacionada [m2]	Total por área [W/m2]
Gente	0.00	0.00		0.00	0.00	-0.00	151.00	0.00
Luces	0.00	0.00	0.00		0.00	-0.00	151.00	0.00
Equipo	0.00	0.00		0.00	0.00	-0.00	151.00	0.00
Refrigeración	0.00		0.00	0.00	0.00	-0.00	151.00	0.00
Equipo de uso de agua	0.00			0.00	0.00	-0.00	151.00	0.00
Pérdidas de equipos HVAC	0.00	0.00			0.00	-0.00		
Equipos de generación de energía	0.00	0.00			0.00	-0.00		
DOAS Directo a la Zona	0.00			0.00	0.00	-0.00		
Infiltración	-140.9			312.34	171.44	-41.4	172.90	0.99
Ventilación de zona	-194.3			430.71	236.42	-57.1		
Mezcla entre zonas	0.00			0.00	0.00	-0.00		
Techo		-387.2			-387.2	93.53	151.09	-2.6

**Figura 24.** Componentes estimados de carga pico de Calefacción.

Fuente: Marin A, Rojas G (2020)

Las cargas térmicas son útiles o son buenas conocerlas cuando la edificación ya está bastante avanzado en el diseño, que se cuentan con cada uno de los espacios definidos, los materiales con los que se va a ejecutar el proyecto, es por ello que Energy Plus muestra tablas con los valores térmicos que se generan en la vivienda, para que se pueda manejar con más comodidad los datos y tomar decisiones constructivas que permitan optimizar más el diseño, antes Insight mostraba un mapa de calor térmico pero en su última actualización ha optado por mostrar los valores en tablas, para mayor comodidad y uso.

Estos resultados pueden ser provechosos para definir certificaciones, comparar con referencias, revisar alternativas, desarrollar mejoramientos individuales o globales. Algunos permiten integrar costos, efectuar comparaciones con un caso base o entre varias simulaciones consecutivas. Modificando valores o elementos específicos, lo que se denominan “análisis de sensibilidad”. Por ejemplo, revisar si la magnitud de un aislamiento permite reducir significativamente la demanda, o si una cantidad de ocupación corresponde a un valor de temperatura monitoreado, para calibrar el modelo. Esto requiere ordenar las secuencias de simulaciones, almacenar resultados y realizar tablas o gráficos de las alternativas.

La simulación energética está constituida entonces por una secuencia de tareas, centradas en una operación de cálculo, que requiere previamente una modelación, descripción que subsecuentemente produce resultados y análisis. Lo que implica acciones previas de recopilación, y posteriormente de modificación de la edificación, a la vez que se puede relacionar con otras capacidades de análisis o diseño.

#### **4.4. Definición de los aspectos necesarios para la normalización de sustentabilidad de un proyecto modelado en 3D a la metodología BIM en su dimensionen 6D en proyectos de construcción en viviendas unifamiliares.**

La definición de los aspectos estará basada en los parámetros establecidos por la norma ISO 14001 que tiene como objetivo prever un lenguaje común para la gestión ambiental al establecer un marco para la certificación de sistemas de gestión ambiental por terceros ayudando a la industria a satisfacer la demanda de los consumidores y agencias gubernamentales de una mayor responsabilidad ambiental. Las categorías LEED son metas u objetivos ambientales generales y las metas LEED son más como "objetivos" en el esquema de gestión ambiental ISO 14001. Si estos objetivos y metas, y otros abordados por LEED, surgieran de una evaluación de aspecto importante de una propiedad en particular, se convertirían en parte de un sistema sistemático de gestión ambiental.

Así mismo tendrá en consideración la norma ISO 50001 que tiene como objetivo principal integrar la Gestión de la energía en todos sus aspectos, dentro de una organización con el sistema de Gestión de la Empresa, abarcando desde la compra de energía y materias primas hasta las medidas a adoptar en la empresa para promover el ahorro energético. Esta norma permite a las empresas a desarrollar políticas para el uso eficiente de la energía y fijar objetivos para alcanzar las metas de energía a través de la evaluación comparativa de la energía, análisis de datos y mejora el rendimiento. Los objetivos de la norma ISO 50001 se alinean con los objetivos energéticos de muchos créditos dentro de LEED.

#### **4.4.1. Auditoria Preliminar.**

La organización encargada de la construcción debe determinar primero qué impacto tendrá la obra sobre el entorno donde se está llevando la edificación. Se debe garantizar la aplicabilidad de la gestión ambiental en el proyecto con la finalidad de establecer su alcance. Para esto es necesario evaluar cada etapa constructiva de la obra, con el fin de manejar y optar con las mejores opciones para aplicar.

#### **4.4.2. Política ambiental.**

Buscar métodos de mejoras continuas para optimizar el desempeño del diseño ambiental. Se debe incluir un compromiso dentro de la gestión de la organización que lleve a cabo del proyecto que busque incluir un plan de prevención contra la contaminación.

Se recomienda facilitar políticas que permitan la importación de materiales de construcción que promuevan el uso de la energía renovable. A su vez evitar la ubicación de las viviendas en zonas donde puedan producirse incendios forestales.

La política ambiental debe:

- Mantenerse como información documentada.
- Comunicarse dentro de la organización.
- Estar disponible para las partes interesadas.

#### **4.4.3. Desarrollo de los procedimientos, participación y planificación.**

Se debe establecer e interpretar, implementar y mantener los procesos necesarios para cumplir con todos los requisitos que aquí se presentan. Se debe considerar:

- Asegurar que las viviendas cumplan con los resultados propuestos en materia de gestión ambiental.
- Prevenir o reducir los efectos no deseados, aquí incluidas las posibilidades que algún factor externo afecte al entorno de la obra.
- Lograr una mejora continua.

Para garantizar una calidad en el sistema de gestión ambiental, los encargados del proyecto deben analizar y determinar las posibles situaciones de emergencia

potenciales en las que se incluyen las que pueden tener un impacto ambiental a la vivienda. Cuando se determinen los aspectos ambientales se debe tener en consideración:

- Cualquier cambio que pueda producirse durante la etapa constructiva, incluidos aquellas actividades, productos y servicios nuevos o modificados.
- Desarrollar una serie de criterios usados para determinar cualquier aspecto ambiental significativo, que puedan dar como resultados riesgos y oportunidades, asociados tanto como impacto de amenazas como con cualquier impacto que sea beneficioso para la ejecución del proyecto.

Se recomienda:

- Determinar y tener acceso a normativas relacionadas con el entorno ambiental, para poder determinar cuáles pueden o deben ser aplicadas al proyecto.
- Mantener una mejora continua para desarrollar la gestión ambiental con la que se maneja el proyecto, para esto se debe tener en cuenta las normativas ambientales de la zona.

En toda etapa constructiva se deben establecer objetivos ambientales, los cuales deben:

- Ser coherentes con las políticas ambientales establecidas.
- Verificar si los objetivos ambientales establecidos son factibles para la ejecución del proyecto.

#### **4.4.4. Recursos.**

Durante el proceso constructivo de la obra se deben determinar y proporcionar los recursos necesarios para garantizar un óptimo mantenimiento y una constante mejora en el desarrollo de la gestión ambiental. Se debe garantizar:

- Garantizar la formación de cada uno de los miembros que formaran parte de la ejecución de la construcción del proyecto, para garantizar la competencia necesaria para cumplir con todos los requisitos legales establecidos.
- Evaluar constantemente el desempeño obtenido.

#### **4.4.5. Planificación energética.**

La organización debe llevar a cabo y documentar un proceso de planificación energética. La planificación energética debe ser coherente y debe conducir a actividades que mejoren de forma continua el desempeño energético.

Identificar, implementar y tener acceso a los requisitos legales aplicables y otros requisitos relacionados con el uso y consumo de la energía, y su eficiencia energética. Desarrollar, registrar y mantener una revisión energética. La metodología y el criterio utilizados para desarrollar la revisión energética deben estar documentados. Para desarrollar la revisión energética, Se recomienda:

- Analizar el consumo energético de la vivienda, identificando las fuentes de energías actuales.
- Elaborar análisis energéticos para poder estimar el uso y consumo a futuro.
- La revisión debe ser actualizada cada periodo de tiempo.

Se deben establecer, implementar y mantener objetivos energéticos y metas energéticas documentados correspondientes a las funciones, niveles, procesos o instalaciones pertinentes dentro de la organización. Deben establecerse plazos para el logro de los objetivos y metas.

#### **4.4.6. Implementación y operación.**

En la etapa constructiva se deben elaborar planes de acción que resulten efectivos para un proceso óptimo de implementación y operación.

Así mismo cuando se requiera elaborar un proyecto se debe garantizar que el personal capacitado cumple con la capacitación y la competencia adecuada para garantizar un proceso óptimo. Desarrollar un programa de mantenimiento preventivo sólido para que el edificio se conserve en condiciones óptimas.

Supervisar el consumo. Utilizar sistemas de control de la energía y de retroalimentación para promover la reducción de demanda de energía por parte de los ocupantes.

Se debe considerar las oportunidades de mejora del desempeño energético y del control operacional en el diseño de instalaciones nuevas, modificadas o

renovadas, de equipos, de sistemas y de procesos que pueden tener un impacto significativo en su desempeño energético. Los resultados de la evaluación del desempeño energético deben incorporarse, cuando sea apropiado, al diseño.

Al adquirir servicios de energía, productos y equipos que tengan, o puedan tener, un impacto en el uso significativo de la energía, es recomendable informar a los proveedores que las compras serán en parte evaluadas sobre la base del desempeño energético. Se implementarán criterios para evaluar el uso y consumo de la energía, así como la eficiencia de la energía durante la vida útil planificada o esperada al adquirir productos, equipos y servicios que usen energía que puedan tener un impacto significativo en el desempeño energético de la organización.

#### **4.4.7. Seguimiento, medición y análisis.**

Debe asegurarse que las características clave de sus operaciones que determinan el desempeño energético se sigan, se midan y se analicen a intervalos planificados. Las características clave deben incluir como mínimo:

- Usos significativos de la energía y otros elementos resultantes de la revisión energética.
- Variables pertinentes relacionadas con los usos significativos de la energía.

Debe definirse e implementarse un plan de medición energética apropiado al tamaño y complejidad que se presenten. Es necesario evaluar la planificación del proyecto basándose en el cumplimiento de normativas legales y otros requisitos relacionados con el consumo de energía.

Se debe llevar a cabo auditorías internas a intervalos planificados para asegurar el cumplimiento de los objetivos energéticos:

- Que el proyecto cumpla con los objetivos y metas energéticas establecidas.
- Que se mejore de manera eficaz el desempeño energético.

Se deben establecer y mantener los registros que sean necesarios para demostrar la conformidad con los requisitos de los objetivos energéticos, para demostrar los resultados logrados.

#### **4.4.8. Revisión energética.**

En el proceso de la elaboración del proyecto se deben incluir:

- Las acciones de seguimiento de revisiones por la dirección previas.
- La revisión de la política energética.
- Los resultados de la evaluación del cumplimiento de los requisitos legales.
- El grado de cumplimiento de los objetivos y metas energéticas.
- El desempeño energético proyectado para el próximo período.

## CONCLUSIONES

El presente capítulo es aplicable a esta muestra en particular, si se quiere llegar a unos lineamientos se debe integrar el sistema LEED en conjunto con las normas ISO 14001/50001, así como otras normativas ISO que impulsen la sostenibilidad y ajustarlas a las necesidades que se están presentando en Venezuela.

Mediante la evaluación realizada a través de la utilización del sistema de certificación LEED, la vivienda del tipo unifamiliar ubicada en la urbanización Valle de Oro, municipio San Diego, no puede ser categorizado como “Vivienda Sostenible” debido a que incumple en las categorías: Parcelas Sostenibles, Eficiencia en Agua, Energía y Atmosfera, Materiales y Recursos, Calidad Ambiental Interior. Esto se debe a que en Venezuela se mantienen los parámetros constructivos de años anteriores, en los cuales no se tomaba en consideración, algún tipo de estrategia para disminuir el impacto ambiental que se genera por ese tipo de construcciones.

Se pueden implementar los procedimientos variables que permitan dimensionar los factores determinantes del diseño de sistemas de viviendas unifamiliares sostenibles, ya analizados (pag. 76), así en un futuro la vivienda pueda ser categorizada como una edificación sostenible, aprovechando el buen estado en la que se encuentra esto gracias a un gran trabajo constructivo realizado cuando se ejecutó el proyecto. A pesar de que la edificación no cumplió con la evaluación realizada a la vivienda, se deben tomar en consideración proyectos de viviendas unifamiliares la implementación de la normativa LEED tal y como fue descrita, para obtener mejores resultados.

Al obtener un análisis de los factores determinantes del diseño de viviendas unifamiliares sostenibles, se puede concluir, que para la ejecución de un proyecto de estas características, es importante evaluar cada una de las etapas constructivas, desde el punto de la pre-construcción hasta llegar a la post-construcción, debido a que en la fase de planificación es donde se deben evaluar diferentes temas, como la posible ubicación de la edificación, materiales a utilizar, métodos de ahorros energéticos, entre otros. En Venezuela, al ejecutar los procesos constructivos a la práctica, se suelen hacer de manera tradicional, esto dificulta poderlas adaptar a las

nuevas tendencias que han surgido y van surgiendo, debido a que en los últimos años a nivel mundial el tema de la sostenibilidad ha dado pasos gigantescos que permiten una constante evolución del tema.

Para poder determinar las variables que influyen en el uso de la herramienta BIM 6D, se elaboró un modelado en 3D de una vivienda unifamiliar ubicada en la urbanización Valle de Oro del municipio San Diego de la ciudad de Valencia Estado Carabobo Venezuela, ya que para poder dar paso a ejecutar un proyecto sostenible, es necesario llevar a cabo simulaciones para definir criterios a utilizar mucho antes de la ejecución del proyecto, es por ello que para dar paso a cualquier tipo de análisis, se debe partir de la implementación de un modelo. Existen muchos más análisis que pueden elaborarse, pero para efectos prácticos se decidieron ejecutar solamente dos, como lo son, las simulaciones energética y térmica. Se puede destacar que existen programas computarizados mucho más avanzados y con más detalles sobre este tipo de simulaciones.

Para la selección tanto del motor como de la extensión de la simulación energética de la vivienda unifamiliar presentada, fue utilizado el programa de Autodesk Revit, el cual maneja una herramienta llamada Insight 360, este permite evaluar el modelado bajo la optimización energética y aprovechamiento de iluminación natural, siendo sus principales ventajas y una de las principales razones por las cuales se decidió utilizar esta extensión es que gratuita, aparte mucho de los datos necesarios para la elaboración de los cálculos ya lo tienen incluido el modelado de Revit, así como tiene la capacidad de generar el análisis desde el primer modelo de la edificación.

Insight arroja diferentes resultados bajos parámetros que van variando y viendo cómo se está comportando el consumo energético en la edificación, como por ejemplo el horario de funcionamiento (figura 24) el cual dependiendo de las horas en que la edificación esté operativa esta tiene un consumo que el programa va variando los valores de consumo dados, así como este dentro de la herramienta se encuentran más opciones de análisis que no son tocadas debido que lo que se quiere mostrar es algo netamente académico. Así mismo Revit trabaja con el motor de simulación llamado Energy Plus, el cual nos da valores del comportamiento

energético de la edificación como por ejemplo (figura 19), la intensidad del uso de energía que permite conocer el comportamiento de la iluminación en el interior de la edificación, dando un consumo en Kwh que sirven de indicativos para mejorar el consumo de la vivienda y así poder buscar la mejor opción que permita tener un modelo óptimo.

La elaboración de la normalización presentada, fue basada principalmente por los parámetros que exponen las normativas ISO 14001/50001, tomando como referencia la gestión del desarrollo sostenible en países donde se están llevando a cabo la elaboración de construcciones que permitan reducir el impacto ambiental, la normativa está basada en cada uno de los parámetros anteriormente expuestos, cumpliendo la labor de apoyo para obtener un conocimiento en el tema y así puedan ser aplicados para futuros proyectos a realizar, enfocado principalmente en viviendas unifamiliares pero con bases a poder ejecutarse en otro tipo de edificaciones, buscando los diferentes factores que puedan permitir el uso de la misma.

## RECOMENDACIONES

El análisis bajo el cual se elaboró el presente trabajo de grado fue el desarrollar unos lineamientos generales para la normalización en la elaboración de proyectos de edificaciones unifamiliares a partir de especificaciones sostenibles con la utilización de la herramienta BIM 6D, en donde se analizaron diferentes variables como la normativa de certificación LEED, así como se elaboró un análisis energético y un análisis térmico, de manera que quedan excluidos algún tipo de análisis complementario que pueden ser tomadas en consideración para futuros trabajos de grados, de tal manera que pueda seguir complementando la información desarrollada en este trabajo, sin embargo se cumplen con los requerimientos de solventar la necesidad económica y social:

Incluir en contenidos programáticos de las escuelas de ingeniería civil y arquitectura, la metodología BIM, para que se pueda lograr una mejor preparación de los futuros profesionales.

Capacitar al personal de empresas constructoras de obras civiles para optimizar la gestión de proyecto, tomando en consideración la aplicación de la metodología BIM 6D.

Se recomienda la difusión a través de charlas tanto en universidades como en las empresas dedicadas a la construcción, de la norma LEED de manera más amplia y su aplicación en la realidad Venezolana es pertinente ya que sería un avance para poder ejecutar la realización de edificaciones armónicas y sustentables, contribuyendo con la mejora del entorno.

Es importante incentivar la exploración y realización de trabajos de investigación, durante la formación del ingeniero civil que se fundamenten tanto en la norma LEED, como en las normativas ISO, para lograr un profesional más completo, eficiente y responsable con el entorno.

Es recomendable la adaptación de la metodología BIM en su sexta dimensión junto a las normas venezolanas, que se adapten a las necesidades actuales que presenta el país, puesto que promovería la construcción sustentable capaz de satisfacer las necesidades de las personas, así como beneficiar la zona, apostar al desarrollo ordenado y beneficiar el ambiente.

Comenzar por el Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo el cual debe estudiar, analizar e implementar la metodología BIM para optimizar los procesos constructivos en Venezuela, mediante el uso de la metodología BIM 6D en su fase de sostenibilidad y ahorro energético, el cual se convierta en carácter de ley, evaluando las condiciones adecuadas e idóneas y disponiendo tanto de los recursos como de los mecanismos necesarios para poder afianzar todas las etapas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### Impresas:

**Guía de Conceptos Básicos de Edificios verdes y LEED.** (2017). Recuperado de: [http://www.spaingbc.org/files/Core%20Concepts%20Guide\\_ES.pdf](http://www.spaingbc.org/files/Core%20Concepts%20Guide_ES.pdf)

**Hernández, Fernández y Baptista.** (2004). Metodología de la investigación. Tercera edición. Mc Graw Hill.

**LEED for homes: Diseño y construcción.** (2013). Para consulta y uso público, Aprobado por los miembros del USGBC. Documento de ayuda del Spain Green Building Council, SpainGBC

**Lizardo, (2002).** Metodología de la investigación. FAID.

**Mijares, H. García, L.** (2007). Normas para la elaboración y presentación de los anteproyectos, proyectos y trabajos de grado. Universidad José Antonio Páez.

**Palella y Martins.** (2006). Metodología de la investigación cualitativa. Segunda edición. Caracas, FEDUPEL.

**Sánchez Carlessi H. y Reyes Meza C.** (2006). Metodología y diseños en la investigación científica. Quinta edición. Business support.

### Electrónicas:

**Atributos y Marco para la Infraestructura Sostenible.** (2019). Recuperado de: [https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Atributos\\_y\\_marco\\_para\\_la\\_infraestructura\\_sostenible\\_es\\_es.pdf](https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Atributos_y_marco_para_la_infraestructura_sostenible_es_es.pdf)

**Blog de arquitectura sostenible y calidad de vida.** (2017). Recuperado de: <https://ecoemas.com/vivienda-sostenible/>

**Casa de hormigón con diseño sostenible en Australia.** (2017). Recuperado de: <https://www.decorablog.com/casa-sostenible-australia/>

**Casa unifamiliar sostenible en Melbourne (Australia).** (2017). Recuperado de: <https://www.decorablog.com/casa-unifamiliar-sostenible-melbourne-australia/>

**Casas canadienses, una alternativa sostenible y ecológica.** (2018). Recuperado de: <http://www.ecohouses.es/casas-canadienses-una-alternativa-sostenible-y-ecologica/?lang=es>

**Casas ecológicas: viviendas sostenibles que reducen el impacto medioambiental.** (2017). Recuperado de: <https://www.cinconoticias.com/casas-ecologicas-viviendas-sostenibles/>

**Casas sostenibles.** (2020). Recuperado de: <https://www.idealista.com/news/https://www.idealista.com/news/inmobiliario/vivienda/2018/05/04/765458-estas-casas-sostenibles-generan-mas-energia-de-la-que-consumen>

**Casas sostenibles una mejor alternativa.** (2011). Recuperado de: <https://www.construyafacil.org/2011/09/casas-sostenibles-una-mejor-alternativa.html>

**Ciudades Sostenibles.** (2015). Recuperado de: <https://blogs.iadb.org/ciudades-sostenibles/es/vivienda-sostenible/>

**Como citar.** (2018). Recuperado de: <https://orozco-aprendizaje-significativo.blogspot.com/2018/03/como-citar-en-un-marco-teorico-y-hacer.html#:~:text=Para%20este%20tipo%20de%20cita,autor%20o%20en%20el%20texto%2D.&text=.,cita%20y%20todos%20los%20datos.>

**Cómo realizar análisis lumínicos con Revit Insight** (2019). Recuperado de: <https://www.msistudio.com/bim-6d-como-realizar-analisis-luminicos-con-revitinsight/#:~:text=Insight%20Lighting%20es%20una%20herramienta,Iluminance%20Analysis>

**Cómo se construye un proyecto de vivienda sostenible** (2017). Recuperado de: <https://blog.conaltura.com/construccion-proyecto-de-vivienda-sostenible>

**Constitución de Venezuela.** (2020). Recuperado de: [https://es.wikipedia.org/wiki/Constituci%C3%B3n\\_de\\_Venezuela](https://es.wikipedia.org/wiki/Constituci%C3%B3n_de_Venezuela)

**Construcción sostenible: casa de madera.** (2019). Recuperado de: <https://www.sostenibilidad.com/construccion-y-urbanismo/construccion-sostenible-casas-de-madera/>

**Construir una casa ecológica.** (2014). Recuperado de: <https://construirunacasaecologica.com/pasos-seguir/disenar-casa-ecologica>

**Consultoría BIM en Edificación e Ingeniería Civil.** (2017). Recuperado de: <http://www.apogeavirtualbuilding.com>

**Departamento de Empleo y Políticas Sociales del Gobierno Vasco.** (2017). Recuperado de: <https://eraikal.blog.euskadi.eus>

**UCAB Universidad Católica Andrés Bello.** (2020). Recuperado de: <https://www.ucab.edu.ve>

**Grupo BIM.** (2017). Recuperado de: <https://www.upbim.com>

- Introducción al sistema de certificación “LEED for homes”.** (2016). Recuperado de: <https://inmobiliare.com/introduccion-al-sistema-de-certificacion-leed-for-homes/>
- Investigación e Innovación Metodológica.** (2017). Recuperado de: <http://investigacionmetodologicaderojas.blogspot.com/2017/09/poblacion-y-muestra.html>
- La construcción 'verde' gana terreno en EEUU.** (2012). Recuperado de: <https://www.elmundo.es/elmundo/2012/02/15/suvienda/1329302902.html>
- Los 5 países que lideran la arquitectura sostenible en el mundo.** (2019). Recuperado de: <https://www.cupastone.es/5-paises-lideran-arquitectura-sostenible/>
- Medidas de ahorro de energía y mejora de la eficiencia energética en edificios.** (2020). Recuperado de: <https://ovacen.com/mejora-de-la-eficiencia-energetica/>
- Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo.** (2020). Recuperado de: [https://es.wikipedia.org/wiki/Ministerio\\_del\\_Poder\\_Popular\\_para\\_el\\_Ecosocialismo](https://es.wikipedia.org/wiki/Ministerio_del_Poder_Popular_para_el_Ecosocialismo)
- Todo sobre BIM y software para la construcción.** (2020). Recuperado de: <https://biblus.accasoftware.com>
- Universidad Católica de Colombia.** (2017). Recuperado de: <https://repository.ucatolica.edu.co>
- Vivienda geodésica y autosuficiente en Jumilla (Murcia).** (2015). Recuperado de: <http://ecoprojecta.es/vivienda-geodesica-jumilla/>
- Vivienda sostenible en Brasil.** (2020). Recuperado de: <https://www.canaxel.es/casas-ecologicas/>
- Viviendas sostenibles.** (2020). Recuperado de: <https://www.ecoticias.com/sostenibilidad/200081/Viviendas-sostenibles-futuro-esta-aqui>

**Apéndice A: Resultados obtenidos del análisis desarrollado a la vivienda unifamiliar ubicada en, San Diego, Urbanización Valle de Oro a través del Sistema de certificación LEED: U.S Green Building Council. LEED for Home.**

**LINEAMIENTOS GENERALES PARA LA  
NORMALIZACIÓN DE PROYECTO DE  
EDIFICACIONES UNIFAMILIARES  
BASADO EN LA METODOLOGÍA BIM  
6D, EN VENEZUELA**

**Autores: Marin R, Alexander A.**

**C.I: V-27.014.572**

**Rojas Q, Gabriela.**

**C.I: V-25.920.491**

**San diego, Junio 2020**

## ÍNDICE

CONTENIDO	Pág
4.1.3. Sistema de certificación LEED: U.S Green Building Council. ....	44
4.1.3.1. Localización y Transporte. ....	44
4.1.3.1.1. LEED para Localización en Desarrollo Urbano. ....	44
4.1.3.1.2. Protección de Suelos Sensibles.....	44
4.1.3.1.3. Parcela de Alta Prioridad. ....	45
4.1.3.1.4. Densidad del Entorno y Usos Diversos. ....	45
4.1.3.1.5. Acceso a Transporte Público de Calidad. ....	45
4.1.3.1.6. Instalaciones para Bicicletas.....	45
4.1.3.1.7. Huella de Estacionamiento Reducida. ....	45
4.1.3.1.8. Vehículos Sostenibles. ....	45
4.1.3.2. Parcelas Sostenibles.....	46
4.1.3.2.1. Prevención de Contaminación en Actividades de Construcción. ...	46
4.1.3.2.2. Evaluación de la Parcela. ....	46
4.1.3.2.3. Desarrollo de la Parcela - Proteger o Restaurar el Hábitat. ....	46
4.1.3.2.4. Espacio Abierto. ....	46
4.1.3.2.5. Gestión de Agua de Lluvia. ....	46
4.1.3.2.6. Reducción de las Islas de Calor. ....	46
4.1.3.2.7. Reducción de la Contaminación Lumínica.....	46
4.1.3.3. Eficiencia en Agua.....	47
4.1.3.3.1. Pre-requisito: Reducción del consumo de Agua en el Exterior. ....	47
4.1.3.3.2. Pre-requisito: Reducción del Consumo de Agua en el Interior. ....	47
4.1.3.3.3. Pre-requisito: Medición de Agua a Nivel de toda la vivienda. ....	47
4.1.3.3.4. Reducción del Consumo de Agua en el Exterior.....	47
4.1.3.3.5. Reducción del Consumo de Agua en el Interior. ....	47
4.1.3.3.6. Consumo de Agua de las torres de Refrigeración.....	47
4.1.3.3.7. Medición de Agua a Nivel de toda la vivienda.....	47
4.1.3.4. Energía y Atmosfera. ....	47
4.1.3.4.1. Pre-requisito: Recepción y Verificación Básica. ....	48
4.1.3.4.2. Pre-requisito: Mínima Eficiencia Energética.....	48
4.1.3.4.3. Pre-requisito: Medición de Energía a Nivel de Todo el Edificio. ..	48

4.1.3.4.4. Pre-requisito: Gestión Básica de los Refrigerantes. ....	48
4.1.3.4.5. Recepción Mejorada. ....	48
4.1.3.4.6. Optimización de la Eficiencia Energética.....	48
4.1.3.4.7. Medición Avanzada de Energía.....	48
4.1.3.4.8. Respuesta a la Demanda. ....	49
4.1.3.4.9. Producción de Energía Renovable.....	49
4.1.3.4.10. Gestión Mejorada de Refrigerantes. ....	49
4.1.3.4.11. Energía Verde y Compensación de Carbono.....	49
4.1.3.5. Materiales y Recursos.....	49
4.1.3.5.1. Pre-requisito: Almacenamiento y Recolección de Reciclables. ....	50
4.1.3.5.2. Pre-requisito: Planificación de la gestión de residuos de construcción y demolición.....	59
4.1.3.5.3. Reducción del impacto del ciclo de vida del edificio. ....	59
4.1.3.5.4. Revelación y optimización de los productos del edificio - declaraciones ambientales de productos.....	59
4.1.3.5.5. Revelación y optimización de los productos del edificio - fuente de materias primas.....	60
4.1.3.5.6. Revelación y optimización de los productos del edificio - componentes de los materiales. ....	60
4.1.3.5.7. Gestión de los residuos de construcción y demolición.....	61
4.1.3.6. Calidad del ambiente interior.....	62
4.1.3.6.1. Mínima eficiencia de la calidad del ambiente interior.....	62
4.1.3.6.2. Control de humo de tabaco en el ambiente.....	63
4.1.3.6.3. Estrategias mejoradas de calidad del aire interior. ....	63
4.1.3.6.4. Materiales de baja emisión. ....	63
4.1.3.6.5. Plan de gestión de la calidad del aire interior durante la construcción.....	64
4.1.3.6.6. Evaluación de la calidad del aire en el interior.....	64
4.1.3.6.7. Confort térmico.....	64
4.1.3.6.8. Iluminación interior. ....	64
4.1.3.6.9. Luz natural. ....	65
4.1.3.6.10. Vista de calidad.....	65
4.1.3.6.11. Eficiencia acústica. ....	66

4.1.3.7. Proceso integrador. ....	66
4.1.3.7.1. Proceso integrador. ....	67
4.1.3.8. Innovacion.. ....	67
4.1.3.8.1. Innovacion.. ....	68
4.1.3.8.2. Profesional acreditado LEED.. ....	68
4.1.3.9. Resultados obtenidos de la certificacion LEED.. ....	68

## ÍNDICE DE FIGURA

<b>FIGURA</b>	<b>Pág.</b>
Figura 1. Puntos para la densidad media en un radio de 400 metros del proyecto	45
Figura 2. Servicio de transporte diario mínimo para edificios con tipos múltiples de transporte. ....	45
Figura 3. Puntos para energía procedente de energía sostenible o compensaciones de carbono. ....	49

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>TABLA</b>	<b>Pág</b>
Tabla 1. Localización y transporte .....	44
Tabla 2. Parcelas Sostenibles. ....	46
Tabla 3. Eficiencia en Agua. ....	47
Tabla 4. Energía y Atmosfera. ....	48
Tabla 5. Materiales y Recursos. ....	49
Tabla 6. Calidad Ambiental Interior. ....	51
Tabla 7. Proceso Integrador. ....	52
Tabla 8. Innovación.....	52
Tabla 9. Resultados Obtenidos del sistema de certificación LEED.....	53

### **1.1. Sistema de certificación LEED: U.S Green Building Council.**

Para la presente evaluación se usó la aplicación de la normativa LEED for Homes, la cual es el sistema de certificación más reconocido a nivel internacional para el diseño, construcción y operación de viviendas unifamiliares o multifamiliares, esta aborda las normas más exigentes de diseño, ingeniería y construcción a nivel internacional que ayudan a conseguir la máxima eficiencia en los proyectos residenciales.

Las viviendas del programa “LEED for Homes”, al igual que el resto de sistemas de certificación LEED, están diseñadas de tal forma que garantizan la salud de los usuarios y la durabilidad de la construcción. De igual manera, ahorran energía, agua y otros recursos, minimizan los residuos de edificación y preservan los recursos naturales.

Aunque las certificaciones ISO no se correlacionan directamente con los puntos LEED, ISO complementa LEED porque ayuda a mantener un nivel de rendimiento y mejora continua. Trabajando con una empresa que cuenta con la certificación ISO ayudará a su empresa a obtener la certificación LEED. Es por ello que se utilizara el sistema de certificación LEED en vez de las normativas ISO, debido a que esta servirán como complemento para futuras mejoras a las viviendas.

En seguida se presenta la finalidad de cada categoría que conforma la Norma LEED, los propósitos de cada crédito y los puntos obtenidos en cada uno de ellos y de igual manera, se muestra detalladamente la comprobación que respalda la investigación y algunos cálculos de ser requeridos. En los Anexos se incluyeron algunas imágenes de la evaluación de la vivienda.

#### **1.1.1. Localización y Transporte.**

Tiene como finalidad evitar el desarrollo en parcelas inapropiadas así como conservar el hábitat natural, el suelo y proteger las tierras. Asimismo consiste en promover un modelo de desarrollo urbanístico más sostenible a través de la implementación de una serie de estrategias basadas en el aprovechamiento de parcelas con infraestructuras existente, en la protección de zonas ambientalmente sensibles y fomentar el desarrollo en parcelas que cuenten con medios de transporte alternativo. De éste modo promover y mejorar la salud pública fortaleciendo la

actividad física y reducir la emisión de gases de efecto invernadero, la contaminación del aire y otros efectos dañinos.

Seguidamente se presenta una tabla de puntuación para esta categoría, en la cual se muestran los puntos disponibles de cada uno de los créditos que la conforman y los puntos obtenidos luego del análisis de la vivienda. Entendiéndose como “Puntuación Disponible (PD)” el máximo de puntos que puede obtener la edificación en estudio por cada crédito a evaluar. Los términos “Si” y “No” reflejados en el criterio de “Análisis”, se refieren al cumplimiento o no del crédito. Finalmente, los créditos expresados con las siglas “N/A” en la sección de “Análisis”, corresponden a aquellos que no pudieron ser evaluados.

Análisis				
Si	No	Pre-requisito		PD
6	10	Localización y transporte		16
N/A	N/A	Crédito	LEED para Localización en Desarrollo Urbano	16
0	1	Crédito	Protección de Suelos Sensibles	1
2	0	Crédito	Parcela de Alta Prioridad	2
2	3	Crédito	Densidad del entorno y Usos Diversos	5
1	4	Crédito	Acceso a Transporte Público de Calidad	5
0	1	Crédito	Instalaciones para Bicicletas	1
1	0	Crédito	Huella de Aparcamiento Reducida	1
0	1	Crédito	Vehículos Sostenibles	1

**Tabla 1.** Localización y transporte

Fuente: Marin A, Rojas G (2020)

A continuación, una explicación de la obtención de cada punto en base a la investigación realizada:

#### **1.1.1.1. LEED para Localización en Desarrollo Urbano.**

Propósito: Evitar desarrollos en parcelas inapropiadas. Reducir los kilómetros recorridos por vehículo. Aumentar la habitabilidad y mejorar la salud humana favoreciendo la actividad física diaria.

**NO APLICA**

Este crédito aplica solo para proyectos ubicados dentro de los límites de un desarrollo certificado como Desarrollo Urbano por LEED y se asigna puntuación dependiendo el nivel de certificación alcanzado en el mismo.

#### **1.1.1.2. Protección de Suelos Sensibles.**

Propósito: Evitar desarrollos en suelos sensibles ambientalmente y reducir el impacto ambiental debido a la localización de un edificio en una parcela.

#### **NO CUMPLE**

La parcela cumple con los siguientes criterios:

- No es un terreno fértil de alta calidad.
- No se ubican especies en peligro de extinción ni comunidades ecológicas.
- No es un área con humedales.

A pesar de esto cuenta con dos factores importantes que no permite que cumpla con la totalidad de estas características:

- Es un terreno de llanuras inundables. En épocas de lluvias con alta intensidad suelen inundarse los terrenos de la zona.
- Existe cuerpo de agua en un área dentro de un radio de 30 m. Cerca de la zona se puede observar el paso del Rio Cupira.

#### **1.1.1.3. Parcela de Alta Prioridad.**

Propósito: Fomentar la localización del edificio en áreas con limitaciones al desarrollo y promover la salud del área circundante.

#### **CUMPLE**

Debido a que la ubicación de la vivienda cuenta con lugares cercanos de salud, universidades, centros deportivos, entre otros.

#### **1.1.1.4. Densidad del Entorno y Usos Diversos.**

Propósito: Conservar el suelo y proteger las tierras de cultivo y el hábitat natural favoreciendo desarrollos en áreas con infraestructuras ya existentes. Promover las áreas peatonales y la eficiencia del transporte y reducir la distancia

recorrida por los vehículos. Mejorar la salud pública favoreciendo la actividad física diaria.

**NO CUMPLE / CUMPLE**

Al tratarse de una vivienda que se encuentra dentro de una urbanización la densidad combinada del entorno en 400 m no se encuentra de los parámetros establecidos. (Ver Tabla 2). Este apartado no contara con los 3 puntos.

Adicionalmente la edificación está ubicada en una zona donde es posible visitar más varios establecimientos de usos diversos, desde supermercados, bancos hasta gimnasios, caminando una distancia de 800 m. Por esta razón obtiene 2 puntos.

Combined density	Separate residential and non residential densities		Points BD&C (except core and shell)	Points BD&C (core and shell)
Square meters per hectare of buildable land	Residential density (DU/hectare)	Non residential density (FAR)		
5,050	17.5	0.5	2	2
8,035	30	0.8	3	4

**Figura 1.** Puntos para la densidad media en un radio de 400 metros del proyecto

Fuente: Normativas LEED for Homes, Diseño y construcción (2013)

**1.1.1.5. Acceso a Transporte Público de Calidad.**

Propósito: Fomentar desarrollos en parcelas que cuentan con medios de transporte multimodal o haciendo uso reducido de vehículos a motor; disminuyendo la emisión de gases de efecto invernadero, la contaminación del aire y otros daños para la salud pública y medioambiental.

**CUMPLE**

El edificio de encuentra situado de tal forma que es posible acceder a diferentes medios de transporte a una distancia de 800 m por la vía peatonal. Estos transportes deben cumplir un mínimo de viajes por día. (Ver Tabla 3). En éste caso:

Horas pico 6:00 a.m. a 9:00 a.m. y 4:00 p.m. a 7:00 p.m.

Horas de menos circulación: 5:00 a.m. a 6:00 a.m., 9:00 a.m. a 4:00 p.m.

Con un intervalo entre autobuses de aproximadamente 5 minutos en horas pico y de 15 minutos en horas valle.

Total de viajes= 104.

Para un total de 104 viajes al día, la vivienda obtiene 1 punto.

Viajes a diario	Viajes fin de semana	Puntos
72	40	1
144	108	1,5
360	216	2

**Figura 2.** Servicio de transporte diario mínimo para proyectos con tipos múltiples de transporte (autobús, tranvía, tren, o ferry)

Fuente: Normativas LEED for Homes, Diseño y construcción (2013)

#### **1.1.1.6. Instalaciones para Bicicletas.**

Propósito: Promover el uso de bicicletas, la eficiencia del transporte y reducir la distancia recorrida por los vehículos. Mejorar la salud pública favoreciendo la actividad física funcional y recreativa.

##### **NO CUMPLE**

La vivienda no posee aparcamiento de bicicletas.

#### **1.1.1.7. Huella de Estacionamiento Reducida.**

Propósito: Minimizar los daños medioambientales asociados con las instalaciones de aparcamiento, incluyendo la dependencia de los automóviles, el consumo de suelo y la escorrentía de agua de lluvia.

##### **CUMPLE**

La vivienda cuenta con un estacionamiento propio.

#### **1.1.1.8. Vehículos Sostenibles.**

Propósito: Reducir la contaminación promoviendo alternativas a los automóviles alimentados por combustibles convencionales.

##### **NO CUMPLE**

No se utilizan combustible alternos

### 1.1.2. Parcelas Sostenibles.

Tiene como finalidad reducir la contaminación procedente de las actividades de construcción, respetando y conservando las condiciones originales de la parcela para tomar decisiones antes de la etapa de diseño y de este modo crear un espacio que favorezca al medio ambiente, y minimice las consecuencias en el desarrollo de la flora, fauna silvestre y el hábitat humano. Seguidamente se presenta una tabla de puntuación para esta categoría, en la cual se muestran los puntos disponibles de cada uno de los créditos que la conforman y los puntos obtenidos luego del análisis de la vivienda. Entendiéndose como “Puntuación Disponible (PD)” el máximo de puntos que puede obtener la edificación en estudio por cada crédito a evaluar.

Análisis				
Si	No			PD
6	4		Parcelas Sostenibles	10
-	No	Pre-requisito	Prevención de Contaminación en Actividades de Construcción	R
0	1	Crédito	Evaluación de la Parcela	1
2	0	Crédito	Desarrollo de la Parcela - Proteger o Restaurar el Hábitat	2
1	0	Crédito	Espacio Abierto	1
3	0	Crédito	Gestión de Agua de Lluvia	3
2	0	Crédito	Reducción de las Islas de Calor	2
1	0	Crédito	Reducción de la Contaminación Lumínica	1

**Tabla 2.** Parcelas Sostenibles.

Fuente: Marin A, Rojas G (2020)

A continuación se realizará una explicación de la obtención de cada punto en base a la investigación realizada:

#### 1.1.2.1. Prevención de Contaminación en Actividades de Construcción.

Propósito: Reducir la contaminación procedente de las actividades de construcción mediante el control de la erosión del suelo, la sedimentación en las vías de agua y el polvo transportado por el aire.

#### **NO CUMPLE**

A pesar de no saber si se aplicaron medidas para el control de erosión de los suelos. Actualmente los suelos se ven erosionados.

#### **1.1.2.2. Evaluación de la Parcela.**

Propósito: Valorar las condiciones de la parcela antes del diseño para evaluar las opciones sostenibles y realizar un informe sobre las decisiones relativas al diseño de la parcela.

#### **NO CUMPLE**

Para el diseño de la vivienda no se tomaron en cuenta las siguientes informaciones de la parcela, puesto que éste tipo de edificio es construido del mismo modo que en diferentes localidades del país: topografía, hidrología, clima, vegetación, suelos, uso humano y proximidad a comunidades humanas.

#### **1.1.2.3. Desarrollo de la Parcela - Proteger o Restaurar el Hábitat.**

Propósito: Conservar las áreas naturales existentes y restaurar las áreas dañadas para proporcionar hábitat y promover la biodiversidad.

#### **CUMPLE**

A los alrededores de la vivienda se puede observar que las áreas naturales fueron conservadas de manera adecuada.

#### **1.1.2.4. Espacio Abierto.**

Propósito: Crear un espacio abierto exterior que favorezca la interacción con el medioambiente, la interacción social, el recreo pasivo y las actividades físicas.

#### **CUMPLE**

En la parte posterior de la vivienda se tiene acceso a un gran espacio que da paso a la piscina donde predomina principalmente el uso de áreas verdes a sus alrededores.

#### **1.1.2.5. Gestión de Agua de Lluvia.**

Propósito: Reducir el volumen de escorrentía y mejorar la calidad del agua replicando la hidrología natural y el equilibrio hídrico de la parcela, basándose en condiciones históricas y ecosistemas no desarrollados en la región.

#### **CUMPLE**

La parcela cuenta con estructuras de drenajes superficiales para poder reducir el volumen de escorrentía cuando hay precipitaciones.

#### 1.1.2.6. Reducción de las Islas de Calor.

Propósito: Minimizar los efectos en los microclimas y el hábitat humano y de la flora y fauna silvestre reduciendo así las islas de calor.

#### CUMPLE

Para la obtención de puntos en este crédito, es necesario el cumplimiento de la siguiente ecuación:

$$\frac{\text{Medidas}}{\text{Área No Tejado}} + \frac{\text{Área de Tejado Alta Reflectancia}}{0,75} + \frac{\text{Área de Tejado Vegetado}}{0,75} \geq \frac{\text{Área Pavimentada Total de la Parcela}}{\text{Área Tejado Total}}$$

Área no techada= 567 m<sup>2</sup>.

Área techada con alta reflectancia= 0 m<sup>2</sup>.

Área de tejado vegetal= 0 m<sup>2</sup>.

Área Pavimentada= 500 m<sup>2</sup>.

Área tejado total= 180 m<sup>2</sup>.

567

puntos.

#### 1.1.2.7. Reducción de la Contaminación Lumínica.

Propósito: Incrementar el acceso al cielo nocturno. Mejorar la visibilidad en horas nocturnas y reducir las consecuencias del desarrollo para la flora y fauna silvestre y las personas.

#### CUMPLE

Trata sobre la invasión de luz producto de iluminación hacia arriba, comúnmente este tipo de iluminación es utilizada en fachadas o jardines. En éste caso cuenta con un sistema de alumbrado público dentro del conjunto residencial, dados por postes de luz, entre otros. Estos postes no afectan la visibilidad al cielo en horas nocturnas.

### 1.1.3. Eficiencia en Agua.

Tiene como finalidad conservar, apoyar y reducir el consumo de agua tanto en el interior como en el exterior del edificio, mediante un seguimiento e identificar las posibles oportunidades para incrementar la eficiencia en su uso y preservar los cuerpos de agua. Seguidamente se presenta una tabla de puntuación para esta categoría, en la cual se muestran los puntos disponibles de cada uno de los créditos que la conforman y los puntos obtenidos luego del análisis de la vivienda. Entendiéndose como “Puntuación Disponible (PD)” el máximo de puntos que puede obtener la edificación en estudio por cada crédito a evaluar. Los términos “Si” y “No” reflejados en el criterio de “Análisis”, se refieren al cumplimiento o no del crédito.

Análisis				
Si	No	Pre-requisito		PD
1	8	Eficiencia en Agua		11
-	No	Pre-requisito	Reducción del consumo de Agua en el Exterior	R
-	No	Pre-requisito	Reducción del Consumo de Agua en el Interior	R
Si	-	Pre-requisito	Medición de Agua a Nivel de toda la vivienda	R
0	2	Crédito	Reducción del Consumo de Agua en el Exterior	2
0	6	Crédito	Reducción del Consumo de Agua en el Interior	6
N/A	N/A	Crédito	Consumo de Agua de las torres de Refrigeración	2
1	0	Crédito	Medición de Agua a Nivel de toda la vivienda	1

**Tabla 3.** Eficiencia en Agua.

Fuente: Marin A, Rojas G (2020)

A continuación se realizará una explicación de la obtención de cada punto en base a la investigación realizada:

#### 1.1.3.1. Reducción del consumo de Agua en el Exterior.

Propósito: Reducir el consumo de agua en el exterior.

**NO CUMPLE**

Los jardines requieren riego

#### 1.1.3.2. Reducción del Consumo de Agua en el Interior.

Propósito: Reducir el consumo de agua en el interior.

**NO CUMPLE**

Las piezas sanitarias colocadas no son ahorradoras de agua y la lavadora no posee un sistema que permita disminuir el consumo del mismo.

**1.1.3.3. Medición de Agua a Nivel de toda la vivienda.**

Propósito: Apoyar la gestión del agua e identificar oportunidades para ahorros de agua adicionales a través del seguimiento del consumo de agua.

**CUMPLE**

La vivienda cuenta con un medidor de consumo de agua.

**1.1.3.4. Reducción del Consumo de Agua en el Exterior.**

Propósito: Reducir el consumo de agua en el exterior.

**NO CUMPLE**

Los jardines requieren riego.

**1.1.3.5. Reducción del Consumo de Agua en el Interior.**

Propósito: Reducir el consumo de agua en el interior.

**NO CUMPLE**

Las piezas sanitarias colocadas no son ahorradoras de agua y la lavadora no posee un sistema que permita disminuir el consumo del mismo. No existe ahorro de agua.

**1.1.3.6. Consumo de Agua de las torres de Refrigeración.**

Propósito: Conservar el agua utilizada como agua suplementaria en las torres de refrigeración al mismo tiempo que se controlan microorganismos, corrosión y escamas en el sistema de agua del condensador.

**NO APLICA**

La vivienda posee torres de refrigeración.

**1.1.3.7. Medición de Agua a Nivel de toda la vivienda.**

Propósito: Apoyar la gestión del agua e identificar oportunidades de ahorros de agua adicionales haciendo un seguimiento del consumo.

**CUMPLE**

La vivienda cuenta con un medidor de consumo de agua.

#### 1.1.4. Energía y Atmosfera.

Tiene como finalidad apoyar el diseño, la construcción y la operación de una vivienda que cumpla con una serie de requisitos y mecanismos que permitan mantener un seguimiento del consumo de energía, para de este modo reducir los daños ambientales asociados con el consumo excesivo de energía y con la energía procedente de combustibles fósiles. Seguidamente se presenta una tabla de puntuación para esta categoría, en la cual se muestran los puntos disponibles de cada uno de los créditos que la conforman y los puntos obtenidos luego del análisis de la vivienda. Entendiéndose como “Puntuación Disponible (PD)” el máximo de puntos que puede obtener la edificación en estudio por cada crédito a evaluar.

Análisis				
Si	No			PD
0	33		Energía y Atmosfera	33
-	No	Pre-requisito	Recepción y Verificación Básica	R
-	No	Pre-requisito	Mínima Eficiencia Energética	R
Si	-	Pre-requisito	Medición de Energía a Nivel de Todo el Edificio	R
-	No	Pre-requisito	Gestión Básica de los Refrigerantes	R
0	6	Crédito	Recepción Mejorada	6
0	18	Crédito	Optimización de la Eficiencia Energética	18
0	1	Crédito	Medición Avanzada de Energía	1
0	2	Crédito	Respuesta a la Demanda	2
0	3	Crédito	Producción de Energía Renovable	3
0	1	Crédito	Gestión Mejorada de Refrigerantes	1
0	2	Crédito	Energía Verde y Compensación de Carbono	2

**Tabla 4.** Energía y Atmosfera.

Fuente: Marin A, Rojas G (2020)

A continuación se realizará una explicación de la obtención de cada punto en base a la investigación realizada:

##### 1.1.4.1. Pre-requisito: Recepción y Verificación Básica.

Propósito: Apoyar el diseño, la construcción y la operación eventual de un edificio que cumpla los requisitos para el proyecto del propietario, en energía, agua, calidad ambiental interior y durabilidad.

## **NO CUMPLE**

Es necesario que se realice una revisión del proyecto por parte de una autoridad en proceso de diseño, en cuanto a las propuestas a utilizar para el ahorro energético. Una vez construido es necesaria la verificación, cada cierto tiempo, por parte de dicho ente. Esto no se realizó en el edificio estudiado.

### **1.1.4.2. Pre-requisito: Mínima Eficiencia Energética.**

Propósito: Reducir los daños ambientales y económicos producidos por el consumo excesivo de energía alcanzando un nivel mínimo de eficiencia energética para el edificio y sus sistemas.

## **NO CUMPLE**

El edificio no cuenta con medidas que proporcionen un ahorro de energía adecuado, esto debido a que no se cuentan con mejoras del rendimiento en las instalaciones de calefacción, refrigeración, agua caliente sanitaria e iluminación o instalaciones de energías renovables.

### **1.1.4.3. Pre-requisito: Medición de Energía a Nivel de Todo el Edificio.**

Propósito: Apoyar la gestión energética e identificar oportunidades de ahorros energéticos adicionales mediante el seguimiento del consumo de energía de todo el edificio.

## **CUMPLE**

El edificio tiene medidores de electricidad.

### **1.1.4.4. Pre-requisito: Gestión Básica de los Refrigerantes.**

Propósito: Reducir el daño de la capa de ozono en la estratosfera.

## **NO CUMPLE**

La vivienda posee sistemas de aire acondicionado.

### **1.1.4.5. Recepción Mejorada.**

Propósito: Apoyar el diseño, construcción y la eventual operatividad, de un edificio que cumpla los requisitos para energía, agua, calidad ambiental interior y durabilidad.

## **NO CUMPLE**

Debido a que es necesario que cumpla con el Prerrequisito 4.1.3.4.1, (antes descrito): Recepción y Verificaciones Básicas.

#### **1.1.4.6. Optimización de la Eficiencia Energética.**

Propósito: Conseguir un incremento de los niveles de eficiencia energética más allá de los estándares del prerrequisito para reducir los daños económicos y ambientales asociados con un consumo excesivo de energía.

##### **NO CUMPLE**

Debido a que es necesario que cumpla con el Prerrequisito 4.1.3.4.1 (antes descrito): “Recepción y Verificaciones Básicas”. Adicionalmente no se emplean medidas o mecanismos para proporcionar un ahorro de energía en el edificio.

#### **1.1.4.7. Medición Avanzada de Energía.**

Propósito: Apoyar la gestión energética e identificar las oportunidades de ahorros de energía adicionales, haciendo un seguimiento del consumo de energía a nivel del edificio y de los sistemas.

##### **NO CUMPLE**

El edificio no posee medidores de energía avanzada que permitan:

- Registrar tanto el consumo como la demanda de energía.
- El sistema debe ser capaz de almacenar todos los datos del contador durante al menos 36 meses.
- Los datos deben estar accesibles a distancia.
- Todos los contadores del sistema deben ser capaces de informar del consumo de energía por hora, día, mes y año.

#### **1.1.4.8. Respuesta a la Demanda.**

Propósito: Incrementar la participación en tecnologías y programas de respuesta a la demanda que hagan la generación de energía y los sistemas de distribución más eficientes, incrementen la fiabilidad de la red y reduzcan las emisiones de gases de efecto invernadero.

##### **NO CUMPLE**

Este crédito se refiere a la posibilidad de incrementar la participación de tecnologías y programas de respuesta ante la demanda; diseñando un sistema con la capacidad para dar respuesta completamente automatizada, en tiempo real, con el fin de recortar al menos un 10% de la demanda punta eléctrica estimada en el Prerrequisito 4.1.3.4.2: Mínima Eficiencia Energética.

La vivienda no cuenta con ninguna de estas tecnologías.

#### **1.1.4.9. Producción de Energía Renovable.**

Propósito: Reducir los daños medioambientales y económicos asociados con la energía procedente de combustibles fósiles, incrementando el autoabastecimiento de energía renovable.

##### **NO CUMPLE**

No existen sistemas de producción de energía renovable dentro de la vivienda que permitan disminuir el costo energético total del edificio.

#### **1.1.4.10. Gestión Mejorada de Refrigerantes.**

Propósito: Reducir el daño de la capa de ozono y apoyar el cumplimiento temprano del Protocolo de Montreal mientras se minimizan las contribuciones directas al cambio climático.

##### **NO CUMPLE**

Posee sistemas de aire acondicionados como método de ventilación.

#### **1.1.4.11. Energía Verde y Compensación de Carbono.**

Propósito: Promover la reducción de gases de efecto invernadero a través del uso de fuentes de la red, tecnologías de energía renovable y proyectos de mitigación de carbono.

##### **NO CUMPLE**

La vivienda no posee alguna fuente de energía renovable.

Para la obtención de puntos en el crédito es necesario contar por lo menos con el 50% de energía verde. (Ver tabla 6).

Percentage of total energy addressed by Green power RECs and/or offsets	Points
50%	1
100%	2

**Figura 3.** Puntos para energía procedente de energía sostenible o compensaciones de carbono.

Fuente: Normativas LEED for Homes, Diseño y construcción (2013)

#### **1.1.5. Materiales y Recursos.**

Tiene como finalidad reducir los residuos generados por los ocupantes del edificio así como los procedentes de la construcción y la demolición, que son depositados en vertederos. También se propone la utilización de productos y materiales constructivos que hayan sido extraídos, manipulados, pasando por su transformación, transporte e instalación de un modo responsable y que posean un beneficio en materia de costo durante su ciclo de vida para su reutilización y reciclaje en un futuro.

Seguidamente se presenta una tabla de puntuación para esta categoría, en la cual se muestran los puntos disponibles de cada uno de los créditos que la conforman y los puntos obtenidos luego del análisis de la vivienda. Entendiéndose como “Puntuación Disponible (PD)” el máximo de puntos que puede obtener la edificación en estudio por cada crédito a evaluar. Los términos “Si” y “No” reflejados en el criterio de “Análisis”, se refieren al cumplimiento o no del crédito.

Análisis			
Si	No		PD
0	13		Materiales y Recursos 13
-	No	Pre-requisito	Almacenamiento y Recolección de Reciclables R
-	No	Pre-requisito	Planificación de la Gestión de Residuos de Construcción y para remodelaciones y/o ampliaciones R
0	5	Crédito	Reducción del impacto del Ciclo de Vida del Edificio 5
0	2	Crédito	Revelación y Optimización de los Productos del Edificio - Declaraciones Ambientales de Productos 2
0	2	Crédito	Revelación y Optimización de los Productos del Edificio - Fuente de Materias Primas 2
0	2	Crédito	Revelación y Optimización de los Productos del Edificio - Componentes de los Materiales 2
0	2	Crédito	Gestión de los Residuos de Construcción y Demolición 2

**Tabla 5.** Materiales y Recursos.

Fuente: Marin A, Rojas G (2020)

A continuación se realizará una explicación de la obtención de cada punto en base a la investigación realizada:

#### **1.1.5.1. Pre-requisito: Almacenamiento y Recolección de Reciclables.**

Propósito: Reducir los residuos generados por los ocupantes del edificio y ser transportados y depositados en vertederos.

#### **NO CUMPLE**

Las áreas donde se recogerá el material de reciclaje deben contener recipientes para separar por el tipo de material. Tomando en cuenta las medidas adecuadas para las baterías, bombillos, residuos eléctricos. La vivienda en estudio no se dispone de lo previamente mencionado, así como tampoco de cuartos de basura donde almacenen los desechos. Almacenando los residuos en la calle.

#### **1.1.5.2. Pre-requisito: Planificación de la Gestión de Residuos de Construcción para remodelaciones y/o ampliaciones.**

Propósito: Reducir los residuos procedentes de la construcción y la demolición depositados en vertederos e incineradoras recuperando, reutilizando y reciclando materiales.

NO CUMPLE

Los materiales de construcción producto de remodelaciones son colocados junto a los residuos generados por los ocupantes. No se observa un proceso de reutilización de materiales.

#### **1.1.5.3. Reducción del impacto del Ciclo de Vida del Edificio.**

Propósito: Favorecer la reutilización adaptadora y la optimización de la eficiencia medioambiental de productos y materiales.

NO CUMPLE

El terreno donde se construyó la vivienda no poseía algún tipo de estructura, por lo que fue utilizada la topografía original del mismo.

#### **1.1.5.4. Revelación y Optimización de los Productos del Edificio - Declaraciones Ambientales de Productos.**

Propósito: Promover el uso de productos y materiales para los cuales haya información disponible sobre el ciclo de vida y que posean menor impacto ambiental, económico y social. Solicitar a los equipos de proyecto que seleccionen productos de fabricantes que hayan verificado impactos medioambientales mejorados del ciclo de vida.

NO CUMPLE

Los fabricantes deben demostrar una reducción del impacto, el cual, debe ser inferior a la media de la industria en al menos tres de las siguientes categorías:

- Calentamiento global (gases efecto invernadero).
- Disminución de la capa de ozono de la estratosfera.
- Acidificación de la tierra y las fuentes de agua.
- Eutrofización.
- Formación de ozono troposférico.
- Disminución de recursos energéticos no renovables.

En Venezuela no se llevan a cabo este tipo de prácticas y en caso tal que para ésta construcción hubiesen sido empleados materiales importados, existe una

limitante para asegurar cuales de dichos fabricantes proporcionaron productos que poseen menor impacto ambiental.

#### **1.1.5.5. Revelación y Optimización de los Productos del Edificio - Fuente de Materias Primas.**

Propósito: Fomentar el uso de productos y materiales para los cuales haya información disponible sobre el ciclo de vida y que posean menor impacto ambiental, económico y social. Solicitar a los equipos de proyecto que seleccionen productos de fabricantes que hayan verificado haberlos extraído o recogido de las fuentes de forma responsable.

#### **NO CUMPLE**

Para la obtención de los puntos es necesario emplear en el proyecto al menos 20 productos diferentes, procedentes de al menos cinco fabricantes distintos que dispongan de un informe público con respecto a sus proveedores de materias primas, en el que se haga mención de los lugares de extracción que dichos proveedores emplean y en el que manifiesten un compromiso de utilización de la tierra responsable ecológicamente a largo plazo. En Venezuela la práctica de extracción de fuentes responsables no es empleada.

#### **1.1.5.6. Revelación y Optimización de los Productos del Edificio - Componentes de los Materiales.**

Propósito: Fomentar el uso de productos y materiales para los cuales haya información disponible sobre el ciclo de vida y que posean menor impacto ambiental, económico y social. Recompensar a los equipos de proyecto que seleccionen productos para los cuales se hayan inventariado los componentes químicos usando una metodología aceptada y que elijan productos verificados para minimizar el uso y la generación de sustancias peligrosas. Recompensar a los fabricantes de materias primas que fabriquen productos verificados para permitir impactos del ciclo de vida mejorados.

#### **NO CUMPLE**

El punto es otorgado si se emplean al menos 20 productos diferentes que se encuentren instalados permanentemente, los cuales procedan de al menos cinco fabricantes distintos que dispongan de un inventario químico del producto donde se declare que el mismo es saludable. Asimismo, debe contar con la indicación que dichos productos cumplan los criterios de optimización de materiales de construcción que sean aprobados por USGBC. En Venezuela estas prácticas no son empleadas

#### **1.1.5.7. Gestión de los Residuos de Construcción y Demolición.**

Propósito: Reducir los residuos de construcción y demolición depositados en vertederos e incineradoras a través de la recuperación, reutilización y reciclaje de materiales.

#### **NO CUMPLE**

Los residuos de construcción y demolición depositados en vertederos deben ser aprovechados en un mínimo del 50% para el reciclaje y reutilización. Y deben estar clasificados en al menos en 3 tipos. La vivienda en estudio no cumple porque estos materiales no son clasificados, reutilizados, ni reciclados.

#### **1.1.6. Calidad del Ambiente Interior.**

Esta categoría tiene como finalidad fomentar el confort, el bienestar y la productividad de los ocupantes estableciendo unas normas mínimas de calidad de aire interior, de igual modo reducir las concentraciones de contaminantes químicos y tabaco que pueden perjudicar la salud de los trabajadores de la construcción así como de los ocupantes, las superficies interiores y los sistemas de distribución de aire.

Seguidamente se presenta una tabla de puntuación para esta categoría, en la cual se muestran los puntos disponibles de cada uno de los créditos que la conforman y los puntos obtenidos luego del análisis de la vivienda. Entendiéndose como “Puntuación Disponible (PD)” el máximo de puntos que puede obtener la edificación en estudio por cada crédito a evaluar. Los términos “Si” y “No” reflejados en el criterio de “Análisis”, se refieren al cumplimiento o no del crédito.

Finalmente, los créditos expresados con las siglas “N/A” en la sección de “Análisis”, corresponden a aquellos que no pudieron ser evaluados.

Análisis				
Si	No		PD	
6	8		Calidad Ambiental Interior	16
-	No	Pre-requisito	Mínima Eficiencia de la Calidad del Ambiente Interior	R
-	No	Pre-requisito	Control del Humo de Tabaco en el Ambiente	R
0	2	Crédito	Estrategias Mejoradas De Calidad del Aire Interior	2
3	0	Crédito	Materiales de Baja Emisión	3
-	N/A	Crédito	Plan de Gestión de la Calidad del Aire Interior Durante la Construcción	1
2	0	Crédito	Evaluación de la Calidad del Aire en el Interior	2
1	0	Crédito	Confort Térmico	1
0	2	Crédito	Iluminación Interior	2
0	3	Crédito	Luz Natural	3
0	1	Crédito	Vistas de Calidad	1
-	N/A	Crédito	Eficiencia Acústica	1

**Tabla 6.** Calidad Ambiental Interior.

Fuente: Marin A, Rojas G (2020)

A continuación se realizará una explicación de la obtención de cada punto en base a la investigación realizada:

#### **1.1.6.1. Mínima Eficiencia de la Calidad del Ambiente Interior.**

Propósito: Contribuir al confort y al bienestar de los ocupantes de la vivienda estableciendo normas mínimas de calidad del aire interior.

#### **NO CUMPLE**

Es necesario que cumpla con ciertas estrategias, requisitos de ventilación y monitorización de contaminación por dióxido de carbono en cada unidad residencial. Además es necesario de un estudio para establecer que la ventilación natural es la mejor opción a aplicar en el edificio.

#### **1.1.6.2. Control del Humo de Tabaco en el Ambiente.**

Propósito: Prevenir o minimizar la exposición de los ocupantes del edificio, las superficies interiores y los sistemas de distribución del aire de ventilación al humo de tabaco.

##### **NO CUMPLE**

No existen medidas ni reglas que prohíban el uso del cigarrillo dentro de la vivienda. Se debe establecer la presencia de sistemas de ventilación natural o forzada HVAC (Calefacción, Ventilación y Aire Acondicionado) que permita recircular el aire que es producido dentro de las zonas.

#### **1.1.6.3. Estrategias Mejoradas De Calidad del Aire Interior.**

Propósito: Fomentar el confort, bienestar y productividad de los ocupantes mejorando la calidad del aire interior.

##### **NO CUMPLE**

La vivienda no posee filtros de aire que permitan la recolección de partículas o sucio. Tampoco se evita la entrada de contaminantes provenientes del ambiente exterior.

#### **1.1.6.4. Materiales de Baja Emisión.**

Propósito: Reducir las concentraciones de contaminantes químicos que pueden perjudicar la calidad del aire, la salud humana, la productividad y el medioambiente.

##### **CUMPLE**

Existen limitaciones para aseverar que se redujeron las concentraciones de contaminantes químicos durante la construcción del edificio. El crédito habla de cómo promover el confort térmico de los ocupantes mediante la utilización de sistemas de aire acondicionado y sistema de calefacción. En éste caso aplica ya que el edificio posee un sistema de aire acondicionado, no es el más óptimo pero es aceptable.

#### **1.1.6.5. Plan de Gestión de la Calidad del Aire Interior Durante la Construcción.**

Propósito: Promover el bienestar de los trabajadores de la construcción y los ocupantes del edificio minimizando los problemas de calidad del aire interior asociados con la construcción y la renovación.

##### **NO APLICA**

No se puede comprobar que se respetó la calidad del aire de los trabajadores durante el proceso constructivo.

#### **1.1.6.6. Evaluación de la Calidad del Aire en el Interior.**

Propósito: Establecer la mejor calidad del aire interior en el edificio después de la construcción y durante la ocupación.

##### **CUMPLE**

Las viviendas fueron entregadas una vez culminados todos los proyectos que se debían realizar, por lo que se puede observar que los ocupantes de la vivienda después de la etapa constructiva, no fueron perjudicados por una posible contaminación en el aire. Se recomienda elaborar un estudio de calidad de aire que permita corroborar este apartado.

#### **1.1.6.7. Confort Térmico.**

Propósito: Promover la productividad, el confort y el bienestar de los ocupantes proporcionando un confort térmico de calidad.

##### **CUMPLE**

El crédito habla de cómo promover el confort térmico de los ocupantes mediante la utilización de sistemas de aire acondicionado y sistema de calefacción. La vivienda posee un sistema de aire acondicionado.

#### **1.1.6.8. Iluminación Interior.**

Propósito: Promover la productividad, el confort y el bienestar de los ocupantes proporcionando una iluminación de alta calidad.

##### **NO CUMPLE**

- No cumple con iluminación al menos de 3 niveles (encendido, medio, apagado)
- No cumple ya que hay lámparas fluorescentes para toda la vivienda, usar fuentes de luz con un Índice de Reproducción Cromática (CRI) 80 o mayor, es decir, lámparas halógenas o Led.
- No cumple ya que para al menos el 75% de la carga total de iluminación conectada, hay que emplear fuentes de luz que proporcionen una vida promedio de al menos 2 años y medio.

#### **1.1.6.9. Luz Natural.**

Propósito: Conectar a los ocupantes del edificio con el exterior, reforzando los ritmos circadianos y reduciendo el uso de iluminación eléctrica introduciendo luz natural en el espacio.

#### **NO CUMPLE**

Es necesario conseguir niveles de iluminancia entre 300 lux y 3.000 lux en la superficie bruta y se asignan puntos dependiendo si alcanza el 75% de la superficie o el 90%. En el edificio se midió a través de un luxómetro y solo se detectaron 20 m<sup>2</sup> de superficie con valores de luxes entre 300 y 3000, esto representa 20% por lo tanto no obtiene puntos en éste crédito.

#### **1.1.6.10. Vistas de Calidad.**

Propósito: Dar a los ocupantes del edificio una conexión con el ambiente natural exterior, proporcionándoles vistas de calidad.

#### **NO CUMPLE**

Es necesario que el edificio posea un área acristalada de al menos el 75% de la superficie bruta para obtener el punto.

Superficie de pared de la vivienda= 120 m<sup>2</sup>.

75% (área que debe ser acristalada) = 90 m<sup>2</sup>.

Área de ventana sin obstrucción de la visual =>1,8 x 1,4 = 2,52 m<sup>2</sup>.

TOTAL de 6 ventanas de 1,66m<sup>2</sup> = 15,12m<sup>2</sup>.

No cumple es necesario tener 90 m2 de acristalamiento y se tiene 15,12m2.

#### 4.1.3.6.11. Eficiencia Acústica.

Propósito: Disponer de espacios de trabajo y clases que fomenten el bienestar, la productividad y las comunicaciones de los ocupantes a través de un diseño acústico eficaz.

#### NO APLICA

Es necesario que cumpla con los parámetros de STC y Tiempo de reverberación. EL STC (sound transmission class) es una calificación que determina la calidad de un panel de construcción para atenuar el ruido aéreo. No se cuenta con las herramientas necesarias para poder realizar la evaluación de este crédito.

#### 1.1.7. Proceso integrador.

Esta categoría tiene como finalidad involucrar desde el inicio de la propuesta a los especialistas para aportar sus conocimientos al proyecto en busca de soluciones y propuestas en cada una de las etapas que conforman la obra. Seguidamente se presenta una tabla de puntuación para esta categoría, en la cual se muestran los puntos disponibles de cada uno de los créditos que la conforman y los puntos obtenidos luego del análisis de la vivienda. Entendiéndose como “Puntuación Disponible (PD)” el máximo de puntos que puede obtener la edificación en estudio por cada crédito a evaluar. Los términos “Si” y “No” reflejados en el criterio de “Análisis”, se refieren al cumplimiento o no del crédito.

Análisis			
Si	No		PD
0	1	Proceso Integrador	
0	1	Crédito	Proceso Integrador

**Tabla 7.** Proceso Integrador.

Fuente: Marin A, Rojas G (2020)

A continuación se realizará una explicación de la obtención de cada punto en base a la investigación realizada.

### 1.1.7.1. Proceso integrador.

Propósito: Apoyar los resultados de alta eficiencia y coste-eficaces en los edificios a través de un análisis previo de las relaciones entre sistemas.

#### NO CUMPLE

La vivienda en estudio se realizó siguiendo un modelo estandarizado, sin evaluar las características de la parcela. El proyecto no involucra diferentes profesionales del área de la ingeniería que busquen aportar soluciones en materia de sostenibilidad; modificando el diseño en relación a su forma, fachada, cargas energéticas y de agua.

### 1.1.8. Innovación.

Su finalidad es animar al equipo que participa en el proyecto a conseguir una eficiencia excepcional o innovadora en el edificio, así como fomentar la integración de un profesional que esté Acreditado por LEED (AP) con una especialidad adecuada al proyecto que se desea realizar. Seguidamente se presenta una tabla de puntuación para esta categoría, en la cual se muestran los puntos disponibles de cada uno de los créditos que la conforman y los puntos obtenidos luego del análisis de la vivienda. Entendiéndose como “Puntuación Disponible (PD)” el máximo de puntos que puede obtener la edificación en estudio por cada crédito a evaluar. Los términos “Si” y “No” reflejados en el criterio de “Análisis”, se refieren al cumplimiento o no del crédito.

Análisis			
Si	No		PD
0	6		Innovación
0	5	Crédito	Innovación
0	1	Crédito	Profesional Acreditado LEED

**Tabla 8.** Innovación.

Fuente: Marin A, Rojas G (2020)

A continuación se realizará una explicación de la obtención de cada punto en base a la investigación realizada:

#### **1.1.8.1. Innovación.**

Propósito: Animar a los equipos de los edificios a conseguir una eficiencia excepcional o innovadora.

##### **NO CUMPLE**

No se consiguió una eficiencia ejemplar en algún prerrequisito o crédito LEED. Tampoco se alcanzó una eficiencia ambiental significativa y medible empleando una estrategia que no esté recogida en el sistema de clasificación de edificios sostenibles LEED.

#### **1.1.8.2. Profesional Acreditado LEED.**

Propósito: Fomentar la integración del equipo requerido por un proyecto LEED y llevar a cabo de forma óptima el proceso de solicitud y certificación.

##### **NO CUMPLE**

Ya que ninguno de los integrantes que conforman el equipo de trabajo, es un Profesional Acreditado LEED.

#### **1.1.9. Resultados Obtenidos del sistema de certificación LEED.**

En la tabla que se presenta se muestran los puntos y prerrequisitos obtenidos en cada una de las categorías que conforman la Norma LEED; del mismo modo de presenta la puntuación final obtenida por el edificio.

Categorías	Pre-requisitos		Puntos	
	Si	No	Si	No
<b>Localización y Transporte</b>	-	-	6	10
<b>Parcelas Sostenibles</b>	0	1	9	1
<b>Eficiencia en Agua</b>	1	2	1	8
<b>Energía y Atmósfera</b>	1	3	0	33
<b>Materiales y Recursos</b>	0	2	0	13
<b>Calidad Ambiental Interior</b>	0	2	6	8
<b>Proceso Integrador</b>	-	-	0	1
<b>Innovación</b>	-	-	0	6
<b>Total</b>	2	10	22	80

**Tabla 9.** Resultados Obtenidos del sistema de certificación LEED.

Fuente: Marin A, Rojas G (2020)

Es importante indicar que para que la vivienda pueda optar por los puntos, el mismo debe cumplir con cada uno de los prerrequisitos que en la norma se especifican; si estos no cumplen no se obtendrán los puntos de la categoría a la cual pertenecen. Como se puede observar el edificio obtuvo una puntuación final de 22 puntos, por lo tanto no alcanza el mínimo requerido de 40 puntos establecido por la Norma para obtener una certificación por parte de LEED. A pesar de que la vivienda unifamiliar no cumple con las características de vivienda sostenible, se pueden observar todos los pasos a seguir para realizar una evaluación adecuada tal y como lo indica el sistema certificación LEED.

**Apéndice B: Registro fotográfico presentados para la evaluación de la vivienda unifamiliar ubicada en, San Diego, urbanización Valle de Oro. Incluye planos de localización, identificación, entre otros.**

**LINEAMIENTOS GENERALES PARA LA  
NORMALIZACIÓN DE PROYECTO DE  
EDIFICACIONES UNIFAMILIARES  
BASADO EN LA METODOLOGÍA BIM  
6D, EN VENEZUELA**

**Autores: Marin R, Alexander A.**

**C.I: V-27.014.572**

**Rojas Q, Gabriela.**

**C.I: V-25.920.491**

**San diego, Junio 2020**

## ÍNDICE DE FIGURA

<b>FIGURA</b>	<b>Pág.</b>
Figura 1. Vista frontal de la vivienda.....	132
Figura 2. Vista posterior de la vivienda. ....	132
Figura 3. Vista del techo .....	132
Figura 4. Sala principal. ....	133
Figura 5. Lavandero .....	133
Figura 6. Baño, excusado y lavamanos.....	134
Figura 7. Llave del WC.....	134
Figura 8. Paredes del baño .....	135
Figura 9. Piso del baño.....	135
Figura 10. Cuarto de depósito y cuarto de bomba. ....	136
Figura 11. Bomba.....	136
Figura 12. Especificaciones de la Bomba. ....	137
Figura 13. Vista de la boca de visita del estanque. ....	137
Figura 14. Flotante del estanque. ....	138
Figura 15. Vista del estanque.....	138
Figura 16. Ventana posterior.....	139
Figura 17. Vista de la Piscina.....	139
Figura 18. Alrededores de la Piscina (Área común del conjunto). ....	139
Figura 19. Piso de la Piscina. ....	140
Figura 20. Sala posterior. ....	140
Figura 21. Vista habitación Nro. 3.....	141
Figura 22. Cocina. ....	141
Figura 23. Vista de la cocina.....	142
Figura 24. Filtro de grasa. ....	142
Figura 25. Hornillas. ....	143
Figura 26. Vista cocina. ....	143
Figura 27. Sala Principal.....	145
Figura 28. Medidor Principal de electricidad.....	145
Figura 29. Muro de separación entre viviendas. ....	145
Figura 30. Muro entre viviendas.....	145

Figura 31. Canal de recolección de aguas de lluvia.....	145
Figura 32. Ventana y aire acondicionado, vista frente.....	146
Figura 33. Ventana de la fachada principal (Sala de la casa).....	146
Figura 34. Área común del conjunto.....	147
Figura 35. Vista Ventanas posteriores. ....	147
Figura 36. Vista del techo. ....	147
Figura 37. Vista de Isometría de la Vivienda.....	153

## ÍNDICE DE PLANO

<b>FIGURA</b>	<b>Pág.</b>
1. Plano de Localización.....	148
2. Plano de identificación.....	149
3. Plano de Planta.....	150
4. Plano de Fachadas.....	151
5. Plano de Cubierta.....	153



**Figura 1.** Vista frontal de la vivienda.

Fuente: Marin A, Rojas G (2020)



**Figura 2.** Vista posterior de la vivienda.

Fuente: Marin A, Rojas G (2020)



**Figura 3.** Vista del techo.

Marin A, Rojas G (2020)



**Figura 4.** Sala principal.  
Marin A, Rojas G (2020)



**Figura 5.** Lavandero.  
Marin A, Rojas G (2020)



**Figura 6.** Baño, excusado y lavamanos.  
Marin A, Rojas G (2020)



**Figura 7.** Llave del WC.  
Marin A, Rojas G (2020)



**Figura 8.** Paredes del baño.  
Marin A, Rojas G (2020)



**Figura 9.** Piso del baño.  
Marin A, Rojas G (2020)



**Figura 10.** Cuarto de depósito y cuarto de bomba.  
Marin A, Rojas G (2020)



**Figura 11.** Bomba.  
Marin A, Rojas G (2020)



**Figura 12.** Especificaciones de la Bomba.  
Marin A, Rojas G (2020)



**Figura 13.** Vista de la boca de visita del estanque.  
Marin A, Rojas G (2020)



**Figura 14.** Flotante del estanque.  
Marin A, Rojas G (2020)



**Figura 15.** Vista del estanque.  
Marin A, Rojas G (2020)



**Figura 16.** Ventana posterior.  
Marin A. Rojas G (2020)



**Figura 17.** Vista de la Piscina.  
Marin A. Rojas G (2020)



**Figura 18.** Alrededores de la Piscina (Área común del conjunto).  
Marin A. Rojas G (2020)



**Figura 19.** Piso de la Piscina.  
Marin A, Rojas G (2020)



**Figura 20.** Sala posterior.  
Marin A, Rojas G (2020)



**Figura 21.** Vista habitación Nro. 3.  
Marin A, Rojas G (2020)



**Figura 22.** Cocina.  
Marin A, Rojas G (2020)



**Figura 23.** Vista de la cocina.  
Marin A, Rojas G (2020)



**Figura 24.** Filtro de grasa.  
Marin A, Rojas G (2020)



**Figura 25. Hornillas.**  
Marin A, Rojas G (2020)



**Figura 26. Vista cocina.**  
Marin A, Rojas G (2020)



**Figura 27.** Sala Principal.  
Marin A, Rojas G (2020)



**Figura 28.** Medidor Principal de electricidad.  
Marin A, Rojas G (2020)



**Figura 29.** Muro de separación entre viviendas.  
Marin A. Rojas G (2020)



**Figura 30.** Muro entre viviendas.  
Marin A. Rojas G (2020)



**Figura 31.** Canal de recolección de aguas de lluvia.  
Marin A. Rojas G (2020)



**Figura 32.** Ventana y aire acondicionado, vista frente.  
Marin A, Rojas G (2020)



**Figura 33.** Ventana de la fachada principal (Sala de la casa).  
Marin A, Rojas G (2020)



**Figura 34.** Área común del conjunto.  
Marin A. Rojas G (2020)



**Figura 35.** Vista Ventanas posteriores.  
Marin A. Rojas G (2020)



**Figura 36.** Vista del techo.  
Marin A. Rojas G (2020)



**Situación Nacional**



**Situación Regional**



**Urbanización Valle de Oro**



Universidad José Antonio Páez

**VIVIENDA UNIFAMILIAR**

Ubicación  
Las Tinajas,  
Valle de Oro,  
Mun. San Diego,  
Edo. Carabobo,  
Venezuela.

Alexander Marín  
C.I. 27.014.572

Gabriela Rojas  
C.I. 25.920.491

Tutor Académico  
Ing. Rafael Mieres  
C.I. 8.831.952

**Plano de Localización**

Fecha 01/08/2020

1

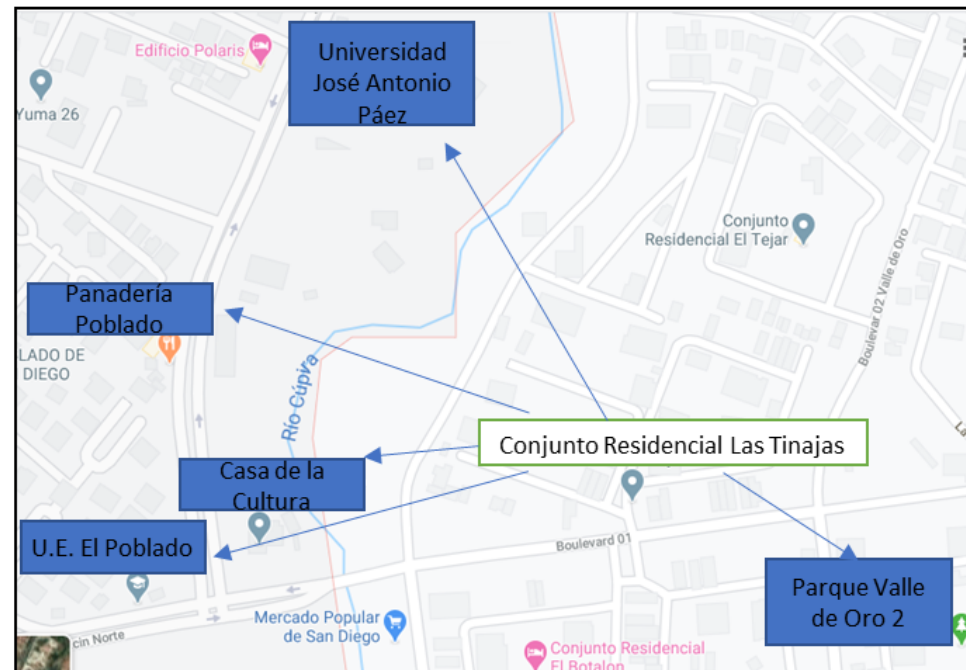
Escala





**Ubicación con respecto al Río Cúpira**

**Centros de comercios, educativos y de recreación cercanos**



Universidad José Antonio Páez

**VIVIENDA UNIFAMILIAR**

Ubicación  
Las Tinajas,  
Valle de Oro,  
Mun. San Diego,  
Edo. Carabobo,  
Venezuela.

Alexander Marín  
C.I. 27.014.572

Gabriela Rojas  
C.I. 25.920.491

Tutor Académico  
Ing. Rafael Mieres  
C.I. 8.831.952

**Plano de identificación**

Fecha 01/08/2020

2

Escala



Universidad José  
Antonio Páez

## VIVIENDA UNIFAMILIAR

Ubicación  
Las Tinajas.  
Valle de Oro.  
Mun. San Diego.  
Edo. Carabobo.  
Venezuela.

Alexander Marín  
CI. 27.014.572

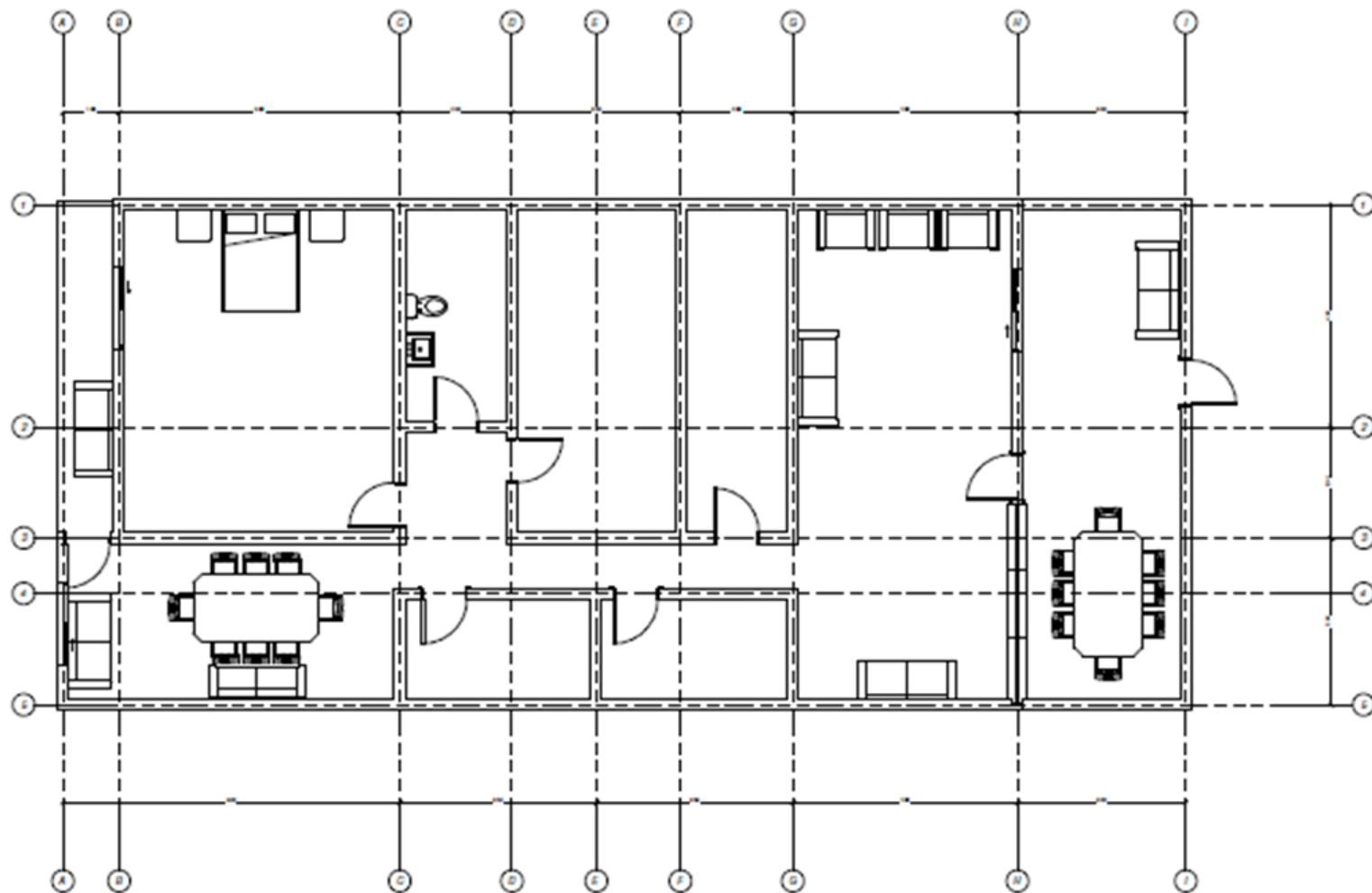
Gabriela Rojas  
CI. 25.920.491

Tutor Académico  
Ing. Rafael Mieres  
CI. 8.831.952

## Plano de Planta

Fecha 01/08/2020

Escala 1:30



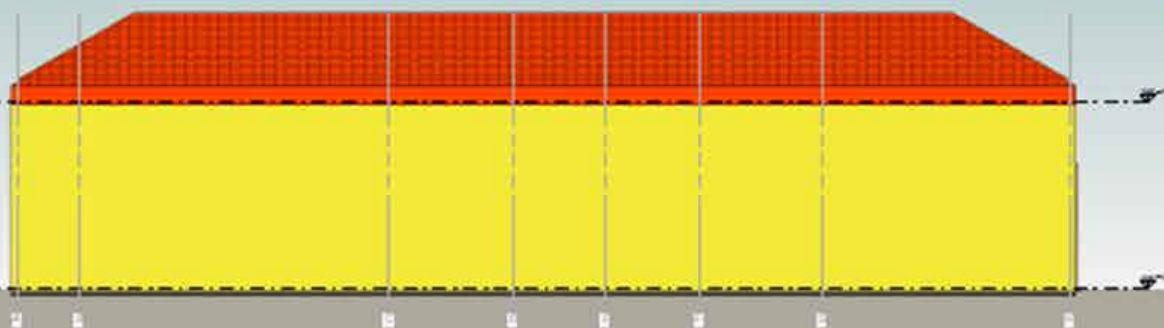
Fachada Principal



Fachada Posterior



Fachada Lateral Derecha



Fachada Lateral Izquierda



Universidad José  
Antonio Páez

VIVIENDA  
UNIFAMILIAR

Ubicación

Las Tinajas.  
Valle de Oro.  
Mun. San Diego.  
Edo. Carabobo.  
Venezuela.

Alexander Marín

CI. 27.014.572

Gabriela Rojas

CI. 25.920.491

Tutor Académico

Ing. Rafael Miras

CI. 8.831.952

Plano de  
Fachadas

Fecha 01/08/2020



Universidad José  
Antonio Páez

### VIVIENDA UNIFAMILIAR

#### Ubicación

Las Tinajas.  
Valle de Oro.  
Mun. San Diego.  
Edo. Carabobo.  
Venezuela.

#### Alexander Marin

CI. 27.014.572

#### Gabriela Rojas

CI. 25.920.491

#### Tutor Académico

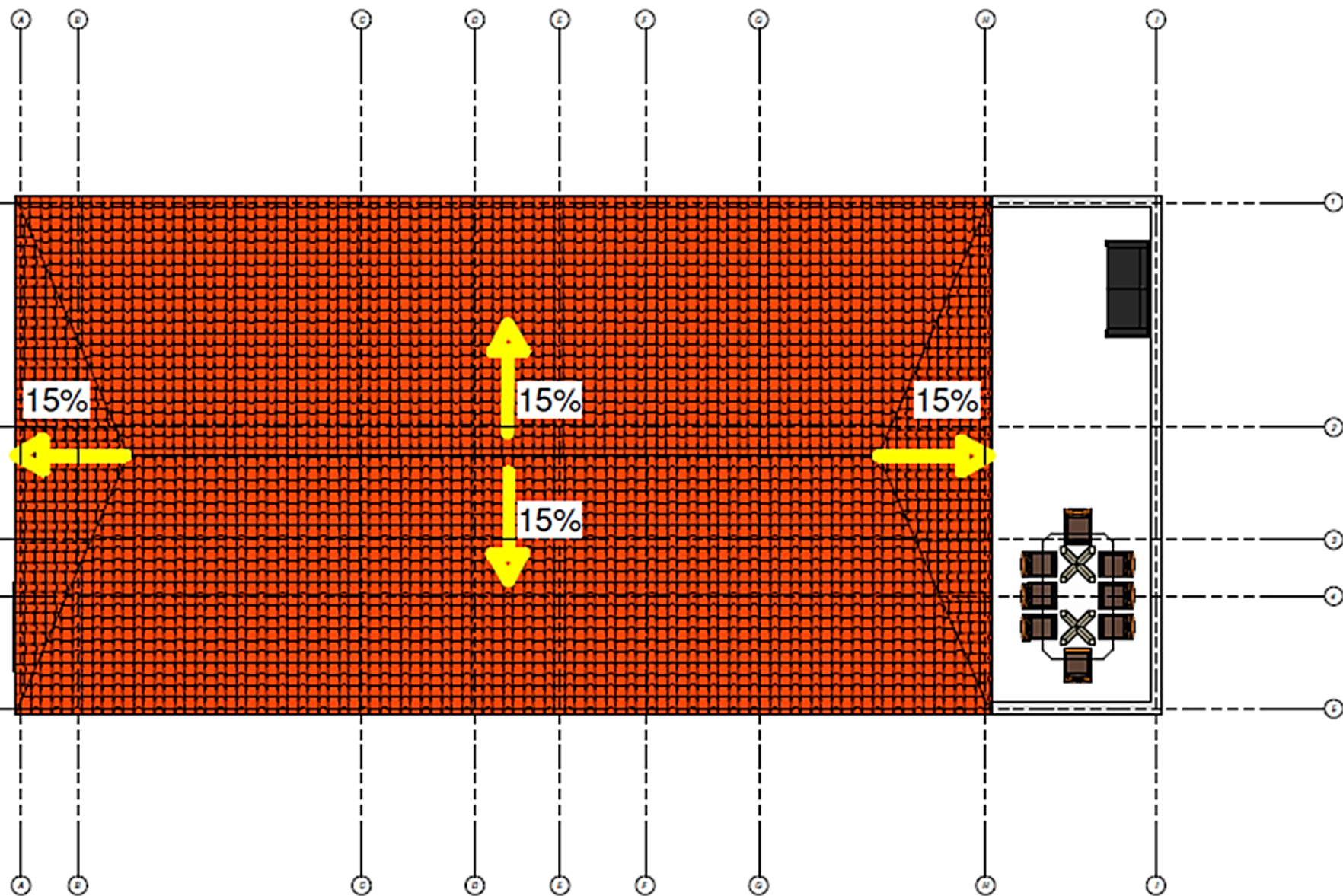
Ing. Rafael Mieres

CI. 8.831.952

### Plano de Cubierta

Fecha 01/08/2020

Escala 1:25





**Figura 37.** Vista de Isometría de la Vivienda.  
Marin A, Rojas G (2020)