

**ESTIMACIÓN DE LOS BENEFICIOS ECONÓMICOS DE LA CONSTRUCCIÓN
SOSTENIBLE EN EDIFICACIONES MULTIFAMILIARES DURANTE EL CICLO
DE VIDA DEL ACTIVO, CON BASE EN MODELOS BIM 7D.**

**LEIDY CAROLINA CÁRDENAS AMAYA
PAOLA SHIRLEY CUADROS CORREA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA
2021**

**ESTIMACIÓN DE LOS BENEFICIOS ECONÓMICOS DE LA CONSTRUCCIÓN
SOSTENIBLE EN EDIFICACIONES MULTIFAMILIARES DURANTE EL CICLO
DE VIDA DEL ACTIVO, CON BASE EN MODELOS BIM 7D.**

**LEIDY CAROLINA CÁRDENAS AMAYA
PAOLA SHIRLEY CUADROS CORREA**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniera
Civil**

**Director:
JHERSON J. BOHÓRQUEZ C.
MsC. Ingeniero Civil**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA**

2021

AGRADECIMIENTOS

Dentro de nuestro recorrido por la vida hemos descubierto ciertas habilidades y destrezas que creíamos no ser capaz de desarrollar, sin embargo, en el transcurso del camino descubrimos que por más que queramos hacer las cosas de manera individual, cuando se encuentra un buen equipo de trabajo, siempre obtendremos un mejor resultado.

Por esta razón dedicamos nuestra tesis de Grado a Dios que ha sido nuestro ayudador por excelencia, a nuestros padres por las oportunidades brindadas y apoyo incondicional que nos motivan a cumplir nuestros objetivos, a nuestros hermanos por su paciencia y comprensión, al director Jherson J. Bohórquez C. por su orientación, constancia y conocimiento brindado durante el desarrollo de este proyecto de investigación, a la Universidad Industrial de Santander por su contribución en nuestra formación profesional y en especial al ingeniero Alexis Vega por su gran contribución a este proyecto.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	11
1. OBJETIVOS.....	13
1.1 OBJETIVO GENERAL	13
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
2. MARCO TEÓRICO	14
2.1 CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE	14
2.2 SISTEMAS DE CERTIFICACIÓN	15
2.2.1 Certificación EDGE.	15
2.2.2 Certificación LEED	15
2.2.3 Certificación Casa Colombia.....	16
2.2.4 Certificación BREEAM.	16
2.2.5 Certificación DGNB.....	16
2.3 BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)	16
2.4 BIM 7D.....	17
2.5 CONSTRUCTION OPERATIONS BUILDING INFORMATION EXCHANGE ...	18
2.6 BIM PARA LA SOSTENIBILIDAD Y LOS EDIFICIOS ECOLÓGICOS	18
2.7 ANÁLISIS COSTO BENEFICIO.....	19
2.8 ALGUNAS MEDIDAS DE AHORRO DE LUZ, AGUA Y MATERIALES	20
2.8.1 Ventilación Natural.....	20
2.8.2 Medidores Inteligentes.....	20
2.8.3 Medidas de Eficiencia en el Consumo de Agua.....	21
2.8.4 Medidas de Ahorro en la Energía Enbebida en los Materiales.	22
2.9 MARCO LEGAL	22
3. DESARROLLO METODOLÓGICO.....	24

3.1 BÚSQUEDA DE LA INFORMACIÓN	24
3.2 DESCRIPCIÓN DEL CASO DE ESTUDIO	27
3.3 SELECCIÓN DEL TIPO DE CERTIFICACIÓN	28
3.4 MODELADO BIM	29
3.5 MODELADO SOSTENIBLE 1	32
3.6 MODELADO SOSTENIBLE 2	34
3.7 ANÁLISIS DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN.....	35
4. RESULTADOS.....	38
4.1 BENEFICIOS TRIBUTARIOS	38
4.1.1 Ley 2099 del 10 de Julio de 2021	38
4.1.2 Resolución Número 585 del 2 de Octubre del 2017.	39
4.1.3 Resolución 463 del 28 de Agosto del 2018 – UPME.	39
4.2 BENEFICIOS FINANCIEROS.....	39
4.2.1 Por Certificar EDGE.....	40
4.2.2 Por Comprar Vivienda Certificada EDGE.....	40
4.3 MODELOS BIM 3D DEL CASO DE ESTUDIO	41
4.4 MODELADO SOSTENIBLE 1	44
4.5 MODELADO SOSTENIBLE 2	45
4.6 AHORROS EN CADA CASO.....	46
4.7 ANÁLISIS DE CONSTRUCCIÓN.....	47
4.8 ANÁLISIS DE OPERACIÓN	48
5. CONCLUSIONES	51
6. RECOMENDACIONES.....	53
BIBLIOGRAFÍA.....	54
ANEXOS	59

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Potencial de BIM ecológico a lo largo del ciclo de Vida.	19
Tabla 2. Marco legal en las construcciones Sostenibles.....	22
Tabla 3. Memoria de Cálculo para Ventilación Natural de EDGE.....	33
Tabla 4. Memoria de Cálculo para Ventilación Natural.....	33
Tabla 5. Beneficios Financieros de Bancos al construir Sosteniblemente	40
Tabla 6. Beneficios Financieros al comprar Sostenible.	41
Tabla 7. Tabla de cantidades proporcionada por el software Revit 2020.	42
Tabla 8. Tabla de ahorro de energía, agua y materiales incorporados.....	46
Tabla 9. Resultados de Presupuestos.	47
Tabla 10. Gastos de servicios publico	48
Tabla 11. Costos en cada etapa del proyecto.....	49

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Publicaciones de Construcción sostenible mediante BIM en SCOPUS..	25
Figura 2. Mapa bibliométrico de países generado con el Software VOSviewer.....	26
Figura 3. Mapa <i>bibliométrico</i> de palabras claves por rango de año generado con el buscador <i>VOSviewer</i>	26
Figura 4. Requerimientos Mínimos de Modelado BIM	30
Figura 5. Presupuesto caso convencional	36
Figura 6. Planta tipo modelado en Autodesk Revit 2020.	43
Figura 7. Visualización foto-realista del edificio con acabados arquitectónicos en Autodesk Revit 2020.....	43
Figura 8. Modelo Ventana en muro calado	44
Figura 9. Sección Fachada de modelo sostenible 1	45
Figura 10. Medidas de Ahorro Eficiente de Energía	45
Figura 11. Costos operacionales de los 3 modelos.	49

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Artículos obtenidos en Scopus sobre Construcción Sostenible, BIM 7D, Costos y Edificios Verdes.	59
Anexo B. EDT Caso Convencional, Sostenible 1 y Sostenible 2 Respectivamente.	67
Anexo C. Modelado BIM (Convencional, Sostenible 1 Y Sostenible 2, Respectivamente)	69
Anexo D. Tablas de Cuantificación de Materiales.....	70
Anexo E. Presupuestos (Convencional, Sostenible 1 Y Sostenible 2, Respectivamente)	75

RESUMEN

TÍTULO: ESTIMACIÓN DE LOS BENEFICIOS ECONÓMICOS DE LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE EN EDIFICACIONES MULTIFAMILIARES DURANTE EL CICLO DE VIDA DEL ACTIVO, CON BASE EN MODELOS BIM 7D*

AUTORAS: LEIDY CAROLINA CÁRDENAS AMAYA**
PAOLA SHIRLEY CUADROS CORREA

PALABRAS CLAVE: Sostenibilidad, BIM, Ciclo de Vida, Operación y Mantenimiento.

DESCRIPTION

Actualmente, el sector de la construcción consume a nivel mundial 43% de energía, 32% de materiales y recursos, 72% de la energía eléctrica y 12% de agua. Sumado a ello, es responsable de la producción del 49% de los gases de efecto invernadero, 40% de los residuos sólidos, pérdida del suelo, reducción en la calidad del aire y alto impacto a nivel de biodiversidad; por lo tanto, se hace necesario optimizar y minimizar estos efectos Nocivos al planeta. La presente investigación tiene como propósito estimar los beneficios económicos de la construcción sostenible de edificaciones multifamiliares respecto a la construcción tradicional durante el ciclo de vida del activo, utilizando modelos BIM 7D, basados en un caso de estudio de una edificación tradicional, y otro que consiste en realizarle modificaciones a su diseño arquitectónico y demás, de modo que le permitan cumplir con los criterios de certificación EDGE. Por una parte, con el uso del Software BIM se optimizó, en términos de costo y tiempo el proceso constructivo del caso de estudio, mientras que con la Construcción sostenible se alcanzó un nivel de certificación 1 del sello de sostenibilidad EDGE, así como también un ahorro constructivo en el caso 1 del 0,29% y un costo constructivo adicional del 0,55% en el caso 2, el cual se puede recuperar con un ahorro anual del 16% en costos operacionales.

* Trabajo de grado

** Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director: Jherson J. Bohórquez C., MsC. Ingeniero Civil

ABSTRACT

TITLE: ESTIMATION OF THE ECONOMIC BENEFITS OF SUSTAINABLE CONSTRUCTION IN MULTI-FAMILY BUILDINGS DURING THE ASSET'S LIFE CYCLE, BASED ON BIM 7D MODELS*

AUTHORS: LEIDY CAROLINA CÁRDENAS AMAYA**
PAOLA SHIRLEY CUADROS CORREA

KEYWORDS: Sustainability, BIM, Life Cycle, Operation and Maintenance.

DESCRIPTION

Currently, the construction sector consumes worldwide 43% of energy, 32% of materials and resources, 72% of electrical energy and 12% of water. In addition to this, it is responsible for the production of 49% of greenhouse gases, 40% of solid waste, loss of soil, reduction in air quality and high impact on biodiversity; therefore, it is necessary to optimize and minimize these harmful effects on the planet. The purpose of this research is to estimate the economic benefits of the sustainable construction of multifamily buildings compared to traditional construction during the life cycle of the asset, using BIM 7D models, based on a case study of a traditional building, and another that consists of in making modifications to its architectural design and so on, so as to allow it to meet the EDGE certification criteria. On the one hand, with the use of BIM Software, the construction process of the case study was optimized in terms of cost and time, while with Sustainable Construction, a certification level 1 of the EDGE sustainability seal was achieved, as well as a Construction savings in case 1 of 0.29% and an additional construction cost of 0.55% in case 2, which can be recovered with an annual saving of 16% in operating costs.

* Degree work

** Faculty of Physical Mechanical Engineering. School of Civil Engineering. Director: Jherson J. Bohórquez C., MsC. Civil Engineer

INTRODUCCIÓN

Comprometerse con una construcción sostenible en la cual se reduzca el impacto ambiental, el consumo excesivo de recursos no renovables, el uso ineficiente de la energía y las emisiones de gases de efecto invernadero, es uno de los desafíos que enfrenta la industria a nivel global^{1,2}. Para responder a este reto es necesario usar eficientemente los recursos integrando energías renovables y usando materiales amigables con el medio ambiente a través de la implementación de prácticas sostenibles³. En la actualidad existen algunas certificaciones que permiten implementar estas prácticas y calificar un proyecto como sostenible⁴ a partir de la medición integral de los proyectos en términos ambientales⁵. Actualmente, la Cámara Colombiana de la Construcción (Camacol), como socio local de la Corporación Financiera Internacional (IFC) del Grupo Banco Mundial promueve diseños, materiales y procesos constructivos con parámetros internacionales de sostenibilidad por medio de la Certificación EDGE⁶. La meta que se han propuesto Camacol e IFC para el 2024 es que al menos la quinta parte de las edificaciones estén certificadas con EDGE, estas edificaciones tendrán que alcanzar como mínimo ahorros de un 20% de energía, 20% de agua y 20% en la energía incorporada en los materiales de construcción, respecto a la línea base de consumos en edificaciones de Colombia para obtener el certificado. Para cumplir

¹ Revista Semana, “Reducción de costos, una tendencia a futuro en la construcción sostenible,” *20 de noviembre*, 2020. <https://www.semana.com/pais/articulo/construccion-sostenible-en-colombia-genera-reduccion-de-costos-a-futuro/306021/> (accessed Jan. 05, 2021).

² ECHEVERRY, V. “Certificación Leed, Una tendencia que se impone,” *22 de Octubre*, 2018. <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/certificacion-leed-tendencia-que-se-impone> (accessed Jan. 10, 2021)

³ Ibid.

⁴ RHEUDE, F.; KONDRASCH, J.; RÖDER, H. and FRÖHLING, M. “Review of the terminology in the sustainable building sector,” *J. Clean. Prod.*, vol. 286, 2021, doi: 10.1016/j.jclepro.2020.125445

⁵ ALENCAR, L.; ALENCAR, M.; LIMA, L.; TRINDADE, E. and SILVA, L. “Sustainability in the Construction Industry: a Systematic Review of the Literature,” *J. Clean. Prod.*, vol. 289, p. 125730, 2020, doi: 10.1016/j.jclepro.2020.125730

⁶ edgebuildings.com. Disponible en: <https://edgebuildings.com/> (accessed Jul. 25, 2021)

con los requisitos de construcción sostenible se requiere de una gran inversión, así que, a nivel de industria el factor económico se vuelve una limitante para la implementación de estas prácticas y/o recomendaciones de sostenibilidad⁷, sí solo se tienen en cuenta las fases de diseño y construcción. Por tal razón para el caso de estudio se hizo necesario evaluar la sostenibilidad teniendo en cuenta todo el ciclo de vida del activo para proyectar un equilibrio económico desde la eficiencia en el uso de recursos y durante la operación y el mantenimiento del activo⁸.

Ante las necesidades expuestas anteriormente, este proyecto tuvo dos retos importantes a la hora de diseñarlo: reducir el impacto ambiental y disminuir los costos durante el ciclo de vida del mismo⁹. Por tanto, se hizo necesario integrar prácticas sostenibles y visualizar su aplicación como una inversión a largo plazo, ya que al obtener la certificación Sostenible EDGE¹⁰ se pudo acceder a beneficios económicos y la edificación se convirtió en un activo eficiente que reduce costos en el consumo de energía y agua durante su vida útil.

A través de este proyecto de investigación se estimaron los beneficios económicos de la construcción sostenible, usando modelos BIM de una edificación VIS y generando dos propuestas sostenibles modeladas en la interfaz gratuita que proporciona EDGE, con las cuales se estimaron ahorros constructivos de hasta un 0,29% y un 16% costos operacionales. Adicionalmente en cada uno de los casos se ve reflejado el cuidado con el medio ambiente y el escenario social y económico.

⁷ ALENCAR, ALENCAR, LIMA, TRINDADE, and SILVA, Op. Cit.

⁸ LU, K.; JIANG, X.; YU, J.; TAM, V. W. Y. and SKITMORE, M. "Integration of life cycle assessment and life cycle cost using building information modeling : A critical review," *J. Clean. Prod.*, vol. 285, p. 125438, 2021, doi: 10.1016/j.jclepro.2020.125438

⁹ OBRECHT, T. P.; RÖCK, M.; HOXHA, E. and PASSER, A. "The challenge of integrating Life Cycle Assessment in the building design process - A systematic literature review of BIM-LCA workflows," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 588, no. 3, 2020, doi: 10.1088/1755-1315/588/3/032024

¹⁰ ALENCAR, ALENCAR, LIMA, TRINDADE, and SILVA, Op. Cit.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Estimar los beneficios económicos de la construcción sostenible de edificaciones multifamiliares respecto a la construcción tradicional durante el ciclo de vida del activo, utilizando modelos BIM 7D.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar los beneficios económicos potenciales de construir edificaciones multifamiliares sostenibles de acuerdo con alguna de las normativas y/o certificaciones internacionales y los requisitos para obtenerlos, en el contexto de la industria de la construcción colombiana.
- Realizar el modelado BIM 7D de una edificación multifamiliar, usando un enfoque sostenible y otro tradicional, como caso de estudio.
- Estimar y comparar los costos en los que se incurrirá al construir, operar y realizar el mantenimiento de la edificación durante su vida útil, de los enfoques modelados en el caso de estudio.
- Establecer los requerimientos mínimos del modelado BIM 7D para obtener la información necesaria durante la construcción, operación y mantenimiento de la edificación, con base en el caso de estudio.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE

Hablar de construcción sostenible es acudir al uso de mejores prácticas durante todo el ciclo de vida de una edificación (diseño, construcción y operación), las cuales están orientadas a minimizar los impactos adversos de la construcción en cuanto al consumo de energía, agua y materiales de un modo eficiente y proveer confort y salud a sus usuarios.¹¹

El principal objetivo de los proyectos sostenibles es la reducción de su impacto en el ambiente y un mayor bienestar de sus ocupantes¹². Algunos elementos que permiten lograr una edificación sostenible son:

- Gestión del ciclo de vida, tanto de las edificaciones como de los materiales y Componentes utilizados.
- Mayor calidad de la relación de la edificación con el entorno y el desarrollo Urbano.
- Uso eficiente y racional de la energía.
- Conservación, ahorro y reutilización del agua.
- Utilización de recursos reciclables y renovables en la construcción y en la Operación, y prevención de residuos y emisiones.
- Selección de insumos y materiales derivados de procesos de extracción y Producción limpia.

¹¹ ALENCAR, ALENCAR, LIMA, TRINDADE, and SILVA, Op. Cit.

¹² PULIDO, M.; YEPES, J; “Certificación Leed en viviendas de interés social: Aplicada al barrio Yomasa - Bogotá,” 2013

2.2 SISTEMAS DE CERTIFICACIÓN

Actualmente a nivel mundial existe el Consejo Mundial de Construcción sostenible (World Green Building Council), en este ente se encuentran los principales consejos de construcción sostenible de más de 70 países¹³, a través de este consejo se emiten normas y recomendaciones para certificar proyectos de construcción sostenible. Dentro de los sistemas más reconocidos están: EDGE, LEED, Casa Colombia, BREEAM y DNGB.

2.2.1 Certificación EDGE. EDGE es un sistema de certificación de construcción sostenible enfocado en edificios sostenibles creada por la IFC, entidad que participó activamente en la creación de la normativa sostenible local, situación que favorece el ajuste de sus lineamientos a los ecosistemas del país. EDGE Se compone de una aplicación de software gratuito basado en la web, un estándar universal y un sistema de certificación.¹⁴

2.2.2 Certificación LEED. LEED verifica que un edificio o una comunidad, fue diseñada y construida a través de estrategias encaminadas a mejorar la eficiencia en todos los indicadores influyentes con el medio ambiente: el ahorro de energía, la eficiencia del agua, la reducción de las emisiones de CO₂, la mejora interior la calidad ambiental, la gestión de recursos y la sensibilidad a sus efectos¹⁵. Es una de las más usadas en Colombia.

¹³ WorldGBC, “Consejo Mundial de Construcción Ecológica 2016-2021,” 2016. <https://www.worldgbc.org/member-directory> (accessed Sep. 29, 2021)

¹⁴ CORPORACIÓN FINANCIERA INTERNACIONAL (IFC), “Guía del usuario de software EDGE,” pp. 1–336, 2018

¹⁵ PULIDO, Yepes, Op. Cit.

2.2.3 Certificación Casa Colombia. Su facilitación en la entrega de vivienda con bajos costos operacionales y con sistemas de medición les facilita a los propietarios y arrendatarios identificar nuevas oportunidades de ahorro.¹⁶

2.2.4 Certificación BREEAM. Tiene un enfoque holístico, permitiendo evaluar el ciclo de vida completo: desde la evaluación de desarrollos urbanísticos, pasando por cualquier tipología edificatoria de nueva construcción y/o rehabilitación, para finalmente evaluar edificios que se encuentren en funcionamiento, permitiendo una mejora continua¹⁷.

2.2.5 Certificación DGNB. Tiene como objetivo empresarial, promover hacia el futuro la construcción sostenible como un concepto de sostenibilidad de proyecto. Sus categorías incluyen aspectos socioculturales y funcionales, tecnología, procesos y ubicación, ecología, economía¹⁸.

2.3 BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)

Building Information Modeling (BIM) es una metodología de trabajo colaborativa para la creación y gestión de un proyecto de construcción en la que participan las diferentes disciplinas de diseño y construcción, que facilita la generación y gestión de datos e información de un proyecto a lo largo de su ciclo de vida¹⁹. BIM permite

¹⁶ CONSEJO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE CCCS, “Una iniciativa del CCCS para impulsar la transformación de la construcción de viviendas en el país hacia la sostenibilidad, en alineación con las políticas nacionales de crecimiento verde,” 2013. <https://www.cccs.org.co/wp/antecedentes-referencial-casa-colombia/> (accessed Sep. 29, 2021)

¹⁷ BREEAM, “BREEAM.ES,” 2020. www.breeam.es (accessed Sep. 30, 2021)

¹⁸ CAMACOL, A. “Declaraciones y atributos de producto necesarias en los procesos de certificación ¿ En dónde entra el material constructivo en las certificaciones ?,” 2021

¹⁹ MCARTHUR, J. J. “A Building Information Management (BIM) Framework and Supporting Case Study for Existing Building Operations, Maintenance and Sustainability,” *Procedia Eng.*, vol. 118, pp. 1104–1111, 2015, doi: 10.1016/j.proeng.2015.08.450

generar modelos digitales que contribuyen a disminuir errores, detectar tempranamente incompatibilidades y minimizar los costos relacionados con recursos humanos²⁰. BIM además de permitir la representación tridimensional de los elementos. También permite simular la planificación de los trabajos (4D), gestionar mediciones y costos (5D), analizar medidas de sostenibilidad (6D) y control de operación y mantenimiento (7D), todo esto con el objetivo último de darle al dueño del proyecto la oportunidad de identificar, analizar y gestionar riesgos de modo más eficiente en un entorno virtual.

2.4 BIM 7D

La Dimensión 7D permite gestionar el ciclo de vida de un proyecto y sus servicios asociados. Le da el control logístico, operacional, del proyecto durante el uso y manutención de la vida útil; logrando la optimización de los procesos importantes tales como inspecciones, reparaciones, mantenimientos, etc.²¹

La correcta implementación de esta dimensión permite la aplicación del “Asset Management” (Gerencia de activos), correspondiente a la gestión del patrimonio o de activos basada en principios como el conocimiento, la planificación, la organización y a la gestión Integrada. Su objetivo principal es optimizar el rendimiento de dichos activos y minimizar su costo, así como mejorar el servicio ofrecido²².

²⁰ BOHÓRQUEZ-CASTELLANOS, J. J.; PORRAS-DÍAZ, H.; SÁNCHEZ-RIVERA, O. G. and MARIÑO-ESPINEL, M. C. “Planificación de recursos humanos a partir de la simulación del proceso constructivo en modelos BIM 5D,” *Entramado*, vol. 14, no. 1, pp. 252–267, 2018, doi: 10.18041/entramado.2018v14n1.27141

²¹ C. B. Venezuela, ““Congreso Latinoamericano de BIM y sus implicaciones globales,” 2021. <https://hablemosbim.com/servicios-bim-7d/> (accessed Oct. 05, 2021)

²² BIM Forum Colombia, “Guía de modelado BIM,” *Guías Para La Adopción Bim En Las Organ.*, 2020

2.5 CONSTRUCTION OPERATIONS BUILDING INFORMATION EXCHANGE

Construction Operations Building Information Exchange o **COBie** es un estándar internacional abierto para la transferencia de información de un activo (información tanto de sus espacios como de sus equipos) entre las fases de redacción y ejecución, y la fase de operaciones y mantenimiento²³.

COBie recopila información a través de diferentes fases del ciclo de vida del edificio, con el fin de identificar que activos existen y de esta manera tener los datos disponibles para las operaciones y el mantenimiento reduciendo la necesidad de buscar correos electrónicos, registros de envío y/o información creada para encontrar información que respalde la toma de decisiones oportuna y efectiva²⁴.

2.6 BIM PARA LA SOSTENIBILIDAD Y LOS EDIFICIOS ECOLÓGICOS

La relación entre BIM y los edificios ecológicos debe comprenderse en tres dimensiones; fases del proyecto, atributos ecológicos y atributos BIM como se describe a continuación:

(a) Fases del proyecto: BIM para respaldar los procesos de diseño, construcción, operación y modernización de edificios ecológicos.

(b) Atributos ecológicos: las diversas funciones de BIM para análisis de edificios ecológicos, como análisis de energía, emisiones y ventilación.

²³ Autodesk, “interoperability.autodesk.com,” 2021.
<https://interoperability.autodesk.com/cobieextensionrevit.php>

²⁴ AUTODESK. “interoperability.autodesk.com,” 2020

(c) Atributos BIM: como BIM en el apoyo a las evaluaciones de edificios ecológicos²⁵.

Tabla 1. Potencial de BIM ecológico a lo largo del ciclo de Vida.

Fase del ciclo de vida	Potencial verde de BIM
Diseño	Facilitar el intercambio e integración de datos, proporcionar análisis y simulación del rendimiento del edificio visualizados, evaluar alternativas de diseño.
Construcción	Analizar varios impactos ambientales del proceso de construcción, contribuir a la reducción de residuos, mejorar productividad y rendimiento de la construcción.
Operación	Ayuda a monitorear el desempeño de sustentabilidad de los edificios.

Fuente: Elaboración propia.

2.7 ANÁLISIS COSTO BENEFICIO

Según la Comisión Económica para América Latina (CEPAL) el análisis de costo-beneficio se puede entender como una técnica importante dentro del ámbito de la teoría de la decisión. Pretende determinar la conveniencia de proyecto mediante la enumeración y valoración posterior en términos monetarios de todos los costos y beneficios derivados directa e indirectamente de dicho proyecto. El análisis costo-Beneficio mide la relación entre los costos y beneficios asociados a un proyecto de inversión con el fin de evaluar su rentabilidad²⁶.

²⁵ CAMACOL, A. Op. Cit.

²⁶ B.G. Juan David and LOAIZA ELIZALDE, N. F. “Análisis Costo-Beneficio Entre La Construcción De Viviendas Sostenibles Y Viviendas Tradicionales Con Base a La Sostenibilidad Ambiental En Soacha, Cundinamarca,” 2018

2.8 ALGUNAS MEDIDAS DE AHORRO DE LUZ, AGUA Y MATERIALES

2.8.1 Ventilación Natural. Consiste en permitir la entrada y salida de aire externo en el interior de una vivienda, favoreciendo su circulación y renovación sin que intervengan factores mecánicos. Es utilizada como medida pasiva para aprovechar el viento, refrescar los espacios y evitar el sobrecalentamiento durante el verano²⁷. Sin embargo, para aplicarla dependemos de condiciones climáticas que no podemos controlar, por eso en algunos lugares se combina con sistemas mecánicos. Para afirmar que se está aplicando esta medida se deben cumplir las siguientes condiciones.²⁸

- La habitación debe reunir determinadas condiciones geométricas. Esto incluye la “Relación entre la profundidad de la habitación y la altura del cielo raso” y la “Superficie mínima de abertura”.
- Si las habitaciones cuentan con sistema de refrigeración, el sistema de aire acondicionado de las habitaciones debe incluir un control automático que apague el aire acondicionado mientras la habitación se esté ventilando naturalmente.

2.8.2 Medidores Inteligentes. Son dispositivos que miden y registran datos de uso de energía eléctrica de los usuarios, en intervalos máximos de una hora, con capacidad de almacenar y transmitir dichos datos, por lo menos, con frecuencia diaria²⁹.

²⁷ “edgebuildings.com.” <http://edgebuildings.com> (accessed Oct. 01, 2021)

²⁸ CORPORACIÓN FINANCIERA INTERNACIONAL (IFC), Op. Cit.

²⁹ MINENERGIA, “MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS.”

El objetivo es reducir la demanda de energía por medio de una mayor concientización sobre el consumo de energía. Con los medidores inteligentes, los usuarios finales pueden apreciar el consumo energético responsable en el edificio, comprenderlo y contribuir a él. Los medidores inteligentes pueden mostrar mediciones y recomendaciones³⁰ una solución tecnológica que incorpora nuevos equipos de medición, infraestructura de telecomunicaciones y sistemas centrales para el análisis de datos que permiten un flujo de información en doble vía, abriendo la posibilidad a más y mejores servicios, optimizando el funcionamiento de las redes eléctricas y contribuyendo a mejorar la confiabilidad, seguridad y calidad de servicio³¹.

Algunos de los beneficios que los usuarios pueden percibir en el corto plazo son:

- La ampliación de la competencia en el mercado minorista, con el objeto de beneficiar a los usuarios finales, tanto en calidad como en precio
- Reducción de las pérdidas no técnicas provenientes de las conexiones ilegales y la manipulación de los medidores.
- Reducción de pérdidas técnicas, tiempos de interrupción del servicio y un mejoramiento de la calidad de la cartera, todo a través de un mejor control y planeamiento de la red de distribución.

2.8.3 Medidas de Eficiencia en el Consumo de Agua. El cambio climático va a influir negativamente en la cantidad y calidad del agua disponible a nivel mundial para satisfacer toda una serie de necesidades humanas básicas, lo cual irá en menoscabo del derecho fundamental de miles de millones de personas a tener acceso al agua potable y el saneamiento³².

³⁰ CORPORACIÓN FINANCIERA INTERNACIONAL (IFC), Op. Cit.

³¹ edgebuildings.com. Op. Cit.

³² UNESCO, Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos. <https://es.unesco.org/themes/water-security/wwap/wwdr/2020> (accessed Sep. 15, 2021)

Esta es la advertencia formulada por los autores del último Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo, en el que se hace un llamamiento a todos los Estados para que se comprometan más a fondo en la tarea de afrontar este problema ya que el crecimiento continuado de la población del planeta, la pobreza hídrica, el aumento progresivo del consumo del agua (se ha triplicado en el siglo XX), la mala gestión de la misma, y la existencia de instalaciones y grandes infraestructuras deficientes y obsoletas, pueden ser las causas del problema del agua a nivel mundial³³. La concienciación social y política respecto del uso responsable del agua, junto a los avances en tecnología enfocados al consumo y saneamiento eficiente pueden ser soluciones efectivas, tanto a nivel urbano como doméstico.

2.8.4 Medidas de Ahorro en la Energía Enbebida en los Materiales. se refiere al uso de materiales amigables con el ambiente, con larga vida útil y que para su manipulación se requiere un consumo de energía menor que la necesitada en el manejo de materiales convencionales³⁴.

2.9 MARCO LEGAL

Tabla 2. Marco legal en las construcciones Sostenibles

Decreto 1285 de 2015 MVCT	Establece lineamientos de construcción sostenible para edificaciones, encaminados al mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes (responsabilidad ambiental y social) (Modificación Decreto 1077 de 2015)
Ley 373 de 1997	Artículo 1o.- Programa para el uso eficiente y ahorro del agua. Artículo 2o.- Contenido del programa de uso eficiente y ahorro del agua.

³³ DOMÍNGUEZ-TUDA, M. and GUTIÉRREZ-JURADO, H. A. “Global analysis of the hydrologic sensitivity to climate variability,” *J. Hydrol.*, vol. 603, no. July, p. 126720, 2021, doi: 10.1016/j.jhydrol.2021.126720

³⁴ CORPORACIÓN FINANCIERA INTERNACIONAL (IFC), Op. Cit.

Ley 697 de 2011.	Se definen acciones estratégicas y sectoriales para alcanzar metas en materia de eficiencia energética.
Resolución 549 de 2015 MVCT	Establece porcentajes mínimos de ahorro en agua y energía a alcanzar en las edificaciones nuevas, y adoptar la guía de construcción sostenible.
CONPES (2018)	Política Nacional de Edificaciones Sostenibles (Consejo Nacional de Política Económica y Social) Busca impulsar la inclusión de criterios de sostenibilidad dentro del ciclo de vida de las edificaciones a través de ajustes normativos, culturales y el desarrollo de mecanismos de seguimiento y financiación que permitan implementar iniciativas de construcción sostenible con un horizonte de acción hasta el 2030.
La Ley 388 de 1997	Conjunto de objetivos, directrices, políticas, estrategias, metas, programas, actuaciones y normas para orientar y administrar el desarrollo físico del territorio y la utilización del suelo de los municipios ² . En la elaboración y adopción de dichos Planes, los municipios y distritos deben tener en cuenta normas de superior jerarquía, dentro de las cuales están las normas ambientales nacionales y regionales relacionadas con la conservación y protección del medio ambiente, los recursos naturales renovables y la prevención de amenazas y riesgos naturales
Política nacional de producción y consumo sostenible (PPCS). 2010	La Política de Producción y Consumo Sostenible se orienta a cambiar las prácticas insostenibles de producción o consumo de la sociedad, con el objetivo de reducir la contaminación, conservar los recursos y estimular el uso sostenible de la biodiversidad, para fomentar la competitividad empresarial y elevar la calidad de vida.
Ley 1715 de 2014	Promoción del desarrollo y la utilización de las fuentes no convencionales de energía, principalmente aquellas de carácter renovable, como medio necesario para el desarrollo económico sostenible, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y la seguridad del abastecimiento energético. Promoción de la gestión eficiente de la energía
Constitución Política de Colombia de 1991	Artículo 79. "Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo." Artículo 95.pr.8. "Proteger los recursos culturales y naturales del país y velar por la conservación de un ambiente sano". Artículo 366. "El bienestar general y el mejoramiento de la calidad de vida de la población son finalidades sociales del Estado. Será objetivo fundamental la solución de las necesidades insatisfechas de salud, de educación, de saneamiento ambiental y de agua potable".

Fuente: Elaboración propia.

3. DESARROLLO METODOLÓGICO

3.1 BÚSQUEDA DE LA INFORMACIÓN

Para llevar a cabo la búsqueda de información relacionada con la temática planteada se hizo uso de las herramientas de primera mano, confiables, verídicas y variadas que la Universidad Industrial de Santander ofrece. Este proceso de investigación se realizó por medio de la base de datos de SCOPUS³⁵ la cual tiene acceso a múltiples revistas especializadas en diferentes temas. La búsqueda se inició con una ecuación general, después se realizó una búsqueda de documentos científicos mediante la implementación de la ecuación y las palabras claves suministradas en el título, abstract y en las keywords de cada artículo. El protocolo de investigación presentó la siguiente ecuación de búsqueda en el idioma inglés, con el fin de reducir la probabilidad de pérdida de información:

(Title-abs-key (Sustainability and “BIM construction”) OR Title-abs-key (Green building AND “construction certification”) OR Title-abs-key (Green building AND “leed certification”) OR Title-abs-key (Green building AND “edge certification”) OR Title-abs-key (green rating system AND “construction projects”) OR Title-abs-key (Sustainable AND “7D BIM”)).

Está ecuación fue ingresada a la plataforma virtual SCOPUS, la cual arrojó un total de 1345 documentos científicos divididos entre artículos, revisiones de libro, capítulos de libros, trabajos, entre otros; los cuales fueron relacionados con la construcción sostenible, las publicaciones de Construcción sostenible y su desarrollo con BIM data del año 2005. Una búsqueda preliminar en la base de datos

³⁵ BIBLIOTECA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. “bibliotecavirtual.uis.edu.co,” 2021

SCOPUS mostró que la construcción sostenible ha tenido un notable crecimiento en la última década, ver Figura 1.

Figura 1. Publicaciones de Construcción sostenible mediante BIM en SCOPUS.

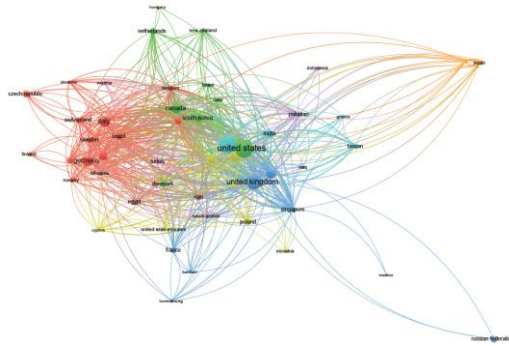


Fuente: Elaboración propia.

El resultado de la búsqueda general fue importado al software VOSviewer para realizar un análisis bibliométrico³⁶. El cual ofrece una herramienta visual para explorar la información en conjunto, permitiendo observar cómo se relacionan entre sí. En la Figura 2, se puede evidenciar un mapa de los países más relevantes, aquellos que intervinieron en la producción científica sobre el tema, siendo Estados Unidos, Reino Unido, Alemania, Canadá y Corea del sur protagonistas.

³⁶ VAN ECK, N. J. and WALTMAN, L. "Manual VOSviewer 1.6," no. November, 2020

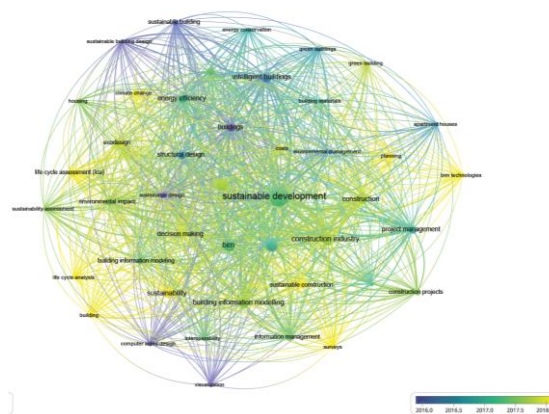
Figura 2. Mapa bibliométrico de países generado con el Software VOSviewer.



Fuente: Elaboración propia.

También se utilizó el software VOSviewer, como una herramienta de análisis para construir y visualizar redes bibliométricas, para destacar las palabras claves de cada autor, encontradas con la ecuación general. En la figura 3, se observa que las palabras “SUSTAINABLE DEVELOPMENT” y “INTELLIGENT BUILDINGS” son las que enmarcan o caracterizan las palabras principales de la investigación realizada por medio del buscador SCOPUS.

Figura 3. Mapa *bibliométrico* de palabras claves por rango de año generado con el buscador *VOSviewer*



Fuente: Elaboración propia.

De igual forma se hizo el análisis discriminando por colores según el año de publicación, el cual permitió evidenciar que, en los estudios hechos a partir del 2018, empezó a tener mayor relevancia palabras como: “LIFE CYCLE ASSESSMENT (LCA)”, “ECODESIGN”, “CLIMATE CHANGE”, entre otras resaltadas en color amarillo.

3.2 DESCRIPCIÓN DEL CASO DE ESTUDIO

Para ejercicio de esta investigación, se eligió una edificación que ha sido elaborada de manera tradicional y con materiales convencionales, como punto de comparación para un análisis de costo-beneficio de distintas etapas del ciclo de vida del proyecto.

La edificación es un proyecto de vivienda de interés social (VIS), construida en un lote de 795 m² el cual encuentra ubicado estratégicamente en la zona Universitaria de Bucaramanga a tan solo 5 minutos del centro de la ciudad, en cuyos alrededores se encuentra una estación de transporte público, Clínicas y de centros comerciales. La edificación cuenta con una torre de veintisiete pisos y tres sótanos, con un área total construida de 14.655,56 m², contando con 160 apartamentos y 104 parqueaderos, en un sistema tradicional aporricado con muros según distribución, cuenta con 2 ascensores con capacidad de 6 personas y ocho tipologías de Apartamentos, con paredes en bloque y concreto a la vista, pisos en mortero y cielo raso en dry wall, mesón de cocina en acero inoxidable, lavadero en granito, puerta principal metálica, baño auxiliar con: lavamanos, sanitario, cabina de la ducha enchapada a una altura de 1,80 m piso en cerámica y 1 puerta, en la zona seca terminado en estuco y pintura.

Por ser edificio VIS, los cambios realizados al analizar alternativas sostenibles no deben representar un aumento desmedido en costos ya que para Bucaramanga el precio de venta de un apartamento VIS no puede superar los 150 SMMLV³⁷. Este proyecto se realizó completamente de manera virtual debido a las restricciones establecidas por los protocolos de bioseguridad para mitigar los efectos del COVID, por esta razón fue muy útil el uso de programas BIM que permiten que los profesionales de diferentes áreas trabajen de manera independiente cada uno de los aspectos que le competen, para ser coordinados posteriormente en un modelo final.

3.3 SELECCIÓN DEL TIPO DE CERTIFICACIÓN

En Colombia las certificaciones más usadas en la denominada infraestructura verde son 'Leed', 'Edge' (creada por el IFC y es un complemento de Leed) y 'Casa Colombia' (promovida por el Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (CCCS)³⁸. EDGE es el sistema de certificación que desde 2017 es operado por Camacol como aliado estratégico de la IFC para promover la certificación en Colombia, cuenta con tres niveles de certificación: Certificación EDGE (20% o más de ahorro en energía, agua y energía incorporada en los materiales.), Certificación EDGE Advanced (Certificación EDGE y un ahorro del 40 % o más en energía en el emplazamiento) y Zero Carbon (Certificación EDGE Advanced y un 100 % de energías renovables en el emplazamiento o fuera de este). En este caso, se determinó cumplir con el nivel de certificación EDGE ya que exige menos ahorros y aspirar a un de los siguientes niveles impactaría demasiado en el costo por ser proyecto VIS. Tiene una plataforma Online de trabajo virtual que permite simular

³⁷ MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO. "Decreto 1467 de 2019 en relación con el precio máximo de la Vivienda de Interés Social," no. 18, pp. 1-4, 2019

³⁸ MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO. "Guía de construcción sostenible," no. 1, p. 89, 2015

estrategias para implementar en los procesos de construcción sostenible para asegurar distintos niveles de certificación, dicha plataforma está dirigida a cualquier interesado en diseñar un edificio verde, ya sea arquitecto, ingeniero, constructor, propietario de edificios y usuarios finales. El software EDGE gratuito permite y facilita a los responsables de la toma de decisiones descubrir soluciones técnicas fases tempranas del diseño, así podrán determinar las opciones más eficaces en función de los costos para el diseño ecológico dentro de un contexto climático local y aumenta la conciencia del atractivo comercial que tiene el diseño eficiente en término de recursos³⁹. Adicionalmente, comparada con las demás certificaciones, ésta tiene un costo de certificación inferior, es mucho más accesible y genera ahorros evaluados a largo plazo. Por estas razones, para este caso de estudio será la cual usaremos con el fin de simular que sea un proyecto certificado sostenible.

3.4 MODELADO BIM

La Cámara Colombiana de la Construcción CAMACOL, por medio de BIM forum Colombia ofrece una guía de modelado BIM, que busca facilitar la implementación de buenas prácticas en el modelado de un proyecto. La guía propone algunos estándares para el diseño como la ficha descriptiva, la georreferenciación, el sistema de unidades, escalas, ejes y niveles, el nivel de desarrollo (LOD) y las convenciones gráficas. En la implementación BIM se deben asignar entornos de trabajo colaborativo en la nube para hacer los cambios de diseño coordinados entre las distintas disciplinas⁴⁰. En diseño y construcción se debe alcanzar el LOD 500 en los elementos que lo permitan, especialmente aquellos que serán objeto de operación y mantenimiento, el constructor deberá entregar el modelo as-built y la tabla con las exigencias de Cobie para tener la información de los elementos por

³⁹ CORPORACIÓN FINANCIERA INTERNACIONAL (IFC), Op. Cit.

⁴⁰ BIM Forum Colombia. Op. Cit.

zonas y espacios para facilitar el mantenimiento. Por tanto, los gestores de los activos deberán definir como mínimo los usos básicos (Ver figura 4), el modelado record, la gestión de activos, la programación de mantenimiento y la evaluación de sostenibilidad.^{41, 42}.

Figura 4. Requerimientos Mínimos de Modelado BIM



Fuente: Tomada de Guía de Modelado BIM

Se propusieron diferentes alternativas de ahorro con la ayuda de la plataforma intuitiva y gratuita que dispone la certificación de sostenibilidad EDGE, a través de la cual se puede visualizar cómo algunas medidas prácticas de ahorro de energía, agua y selección de materiales pueden mejorar el rendimiento del edificio, así como evaluar en tiempo real el impacto económico de estas medidas y el período de

⁴¹ BIM Forum Colombia. Op. Cit.

⁴² ALBARELLO, A.; LAURA, F. and GUTIÉRREZ BUCHELI, A. “BIM para el mantenimiento: más planeación menos sobrecostos BIM for maintenance: more planning less cost overruns,” vol. 1, pp. 1–11, 2014

retorno de la inversión. Los cálculos del software están respaldados por información del clima y consumos de la línea base de cada país.

REVIT permite el uso de plantillas especializadas para el diseño y modelado 3D de proyecto: plantilla estructural, arquitectónica, mecánica, plomería y construcción⁴³. El proyecto inicia con la intervención al terreno original por medio de la plantilla “Construcción”, en la cual se modifica la estructura del suelo, para excavar y rellenar según los niveles determinados por el diseño. Seguidamente, se partió de la plantilla estructural para realizar el modelo del caso de estudio en dicha fase. Vigas, columnas, viguetas, riostras, muros estructurales, entre otros elementos, fueron modelados a partir de las dimensiones, cantidades de concretos, aceros y demás configuraciones enunciadas por los diseñadores en los planos. Se asignaron las características físicas, mecánicas y gráficas de los materiales utilizados en obra siendo correspondientes a cada uno de los elementos de la estructura. Luego de haber finalizado el proceso estructural, se procedió a realizar el diseño arquitectónico mediante la plantilla “arquitectónica”. Se modelaron los muros de mampostería, puertas, ventanas, barandas, cubiertas, cielo raso, enchapes y pisos, entre otros, los cuales determinan el aspecto final del edificio.

Finalmente, se modelaron las redes que para el caso estudiado no presentaban gran complejidad, sin embargo, se revisó detenidamente cada una de las redes hidráulicas, sanitarias, eléctricas y de gas natural de modo que las de gas no se cruzaran o pasaran muy cercanas a las redes de electricidad. Se controló el paso de tuberías para que no interfiriesen con columnas, vigas o muros.

⁴³ EASTMAN, Chuck; TEICHOLZ, P.; SACKS, R. and LISTON, K. *BIM Handbook*, vol. s7-II, no. 32. 1886

3.5 MODELADO SOSTENIBLE 1

Basados en el caso de estudio convencional, en la plataforma de EDGE y en el modelado BIM descritos en la metodología del proyecto, y luego de probar diferentes alternativas sostenibles teniendo en cuenta el costo y el porcentaje de ahorro adquirido, se propusieron realizar cambios en las paredes externas con el fin de disminuir el costo no solo en la construcción sino también en el mantenimiento del edificio, por lo cual se sustituyó la pared de ladrillo común con friso, estuco y pintura por una pared de ladrillo caravista con yeso interno en los muros exteriores, y ladrillo hueco con yeso a ambos lados para los muros internos. También se incorporó un porcentaje del área de ventanas en muro calado y se cambió el tradicional marco de aluminio por PVC.

Para el caso de la eficiencia energética, Con el fin de Garantizar la ventilación natural (Ver Tabla 3 y 4), se realizaron cambios en la ubicación y la altura de algunos muros internos ya que en el modelo convencional teníamos una ventilación por un solo lateral y esto ocasionaba que no se pudiese cumplir con la relación entre la profundidad de la habitación y la altura del cielo raso; después se cambió el área de abertura requerida (Ventana), de esta modificación se logró obtener una ventilación cruzada en la sala de estar y cocina.

Tabla 3. Memoria de Cálculo para Ventilación Natural de EDGE.

Tipo de espacio	Nombre del espacio / habitación	Tipo de apertura	Profundidad de la habitación (m) Ej. 5	Altura del techo (m) Ej. 5	Máximo D: H permitido	D: H del espacio	¿Dentro de los límites máximos de D: H?
Cuarto	1	Apertura simp...	2.81	2.40	1.50	1.17	Yes
Cuarto	2	Apertura simp...	3.16	2.40	1.50	1.32	Yes
Cuarto	3	Apertura simp...	3.40	2.40	1.50	1.42	Yes
Sala	4	Apertura simp...	3.40	2.40	1.50	1.42	Yes
Cocina	5	Apertura simp...	3.12	2.40	1.50	1.30	Yes
+ AGREGAR TIPO DE ESPACIO							
¿Dentro de los límites máximos de D: H? <input checked="" type="checkbox"/> ¿Cumple con los requisitos mínimos de área? <input checked="" type="checkbox"/>							

Fuente: Tomado de la aplicación EDGE

Tabla 4. Memoria de Cálculo para Ventilación Natural

Superficie de la habitación (m ²) Ej. 30	Área de apertura (m ²) Ej. 5	Área de apertura mínima requerida (m ²)	¿Cumple con los requisitos mínimos de área?	
6.97	1.8	20%	1.39	Yes
8.88	1.8	20%	1.78	Yes <input checked="" type="checkbox"/>
8.43	1.8	20%	1.69	Yes <input checked="" type="checkbox"/>
8.43	2.8	20%	1.69	Yes <input checked="" type="checkbox"/>
4.4	1.8	20%	0.88	Yes <input checked="" type="checkbox"/>
¿El diseño cumple con los criterios de ventilación natural? <input checked="" type="checkbox"/>				

Fuente: Tomado de la aplicación EDGE

Se propuso el uso de medidores de energía inteligentes buscando con ellos reducir emisiones de carbono, fomentar la generación distribuida, las tarifas horarias y la eficiencia en los consumos, reducir los costos de comercialización y pérdidas de energía, y empoderar a los usuarios finales⁴⁴.

La eficiencia en el uso del agua es una de las tres categorías de recursos principales que componen la norma EDGE⁴⁵. La grifería eficiente resultara en consumos más bajos de agua. Actualmente se dispone de griferías de uso conservador de agua en el mercado, que ofrece la misma funcionalidad de flujo y limpieza con menor uso de agua, para este caso se implementó el uso de inodoros de bajo consumo de agua y regaderas y grifos de bajo flujo para fregaderos y lavabos de cocina.

3.6 MODELADO SOSTENIBLE 2

Del mismo modo que en el caso sostenible 1, se propusieron otras alternativas de ahorro de energía, agua y materiales.

Para el caso de ahorro de energía, se propuso hacer uso de pintura Reflectante para las paredes externas, bombillas de bajo consumo en las áreas comunes y los espacios externos, adicionalmente, se verificó que el edificio cumpliera con los requisitos de ventilación natural haciendo uso de la calculadora Edge. También se recurrió al uso de ventanas en ladrillo calado que permitan que el edificio cuente con mayor iluminación natural y se recurra menos al uso de energía eléctrica, poniendo como principal ventana de cambio la persiana que en el caso convencional, se encontraba en PVC.

⁴⁴ MINENERGIA, “MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS.”

⁴⁵ CORPORACIÓN FINANCIERA INTERNACIONAL (IFC), Op. Cit.

Ahorrar agua no sólo disminuye el costo en los servicios públicos, sino que también es un recurso natural que con el paso del tiempo escasea, por tanto, ahorrar este recurso también beneficia a futuras generaciones. Por esta razón se usaron cabezales de ducha de bajo flujo, grifos de bajo flujo para fregaderos de cocina y grifos en lavamanos de bajo flujo.

Para el caso del ahorro de energía embebida en los materiales, se propuso realizar cambios en el tipo de muros que conforman el edificio, partiendo del hecho que hay muros internos y externos los cuales se comportan de diferente manera con respecto a la recepción de rayos solares y dióxido de carbono. Primero, se determinó usar el 8% del total de muros externos con pared de ladrillo a la vista con yeso interno, mientras que el 92% restante se utilizaron ladrillos con hueco y yeso a ambos lados, por otra parte, para el caso de los muros internos, se tuvo en cuenta que se trata de una vivienda de interés social, por lo que el dueño del edificio no puede garantizar que todos los apartamentos estén terminados, se estima que el 90% de los compradores frisen, pinten y estuquen al momento de empezar el funcionamiento del edificio, por tanto se asume que el 10% restante de muros internos se mantendrán en obra negra, no pudiendo tenerse en cuenta como ladrillo acabado en yeso, sino como ladrillo con núcleo sin acabado.

3.7 ANÁLISIS DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN

Determinar cuál es la mejor propuesta de construcción en un proyecto, es uno de los mayores retos a los que se enfrenta un constructor, por este motivo se debe realizar un análisis previo de costos que le facilite al mismo tomar decisiones definitivas. Para tal fin, se realizó una lista de materiales, equipos y maquinarias que se necesitarían durante todo el transcurso del proyecto. Seguidamente se realizó un listado actividades a llevar a cabo y con ayuda de diferentes bases de datos

como Construdata, de diferentes proveedores como Homecenter y de los resultados del Software BIM, se determinó el rendimiento, el costo y la cantidad correspondiente a cada actividad propuesta respectivamente (Ver Figura 5).

Figura 5. Presupuesto caso convencional

1	<input type="checkbox"/> CASO DE ESTUDIO TRADICIONAL
1.1	<input type="checkbox"/> Preliminares
1.2	<input type="checkbox"/> Excavaciones y Cimentaciones
1.3	<input type="checkbox"/> Estructura
1.4	<input type="checkbox"/> Mampostería y Pañetes
1.5	<input type="checkbox"/> Pisos y Enchapes
1.6	<input type="checkbox"/> Red Hidráulica
1.7	<input type="checkbox"/> Red Sanitaria
1.8	<input type="checkbox"/> Red de gas
1.9	<input type="checkbox"/> Diseño Eléctrico
1.10	<input type="checkbox"/> Urbanismo
1.11	<input type="checkbox"/> Generales y Otros

Fuente: Elaboración Propia

Para evaluar la operación del modelo convencional, se hizo una petición al DANE para tener un dato verídico de la cantidad de viviendas VIS en Bucaramanga y posteriormente realizar el cálculo de tamaño de muestra, a lo cual el DANE informó que solo se tienen registros de la cantidad de unidades de vivienda VIS construidas entre el año 2001 y 2021 para un total de 13.526 viviendas⁴⁶.

⁴⁶ DANE, “Boletín técnico Vivienda VIS y No VIS,” *I Trimest. 2021*, pp. 1–39, 2021. https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/vis/bol_vis_IVtrim2018.pdf

Adicionalmente se consultó en la Encuesta Nacional de Presupuestos y Gastos de los Hogares ENIG y ENPH donde se encontró que el 6.8% de los gastos en promedio de los hogares de Bucaramanga es destinado para los servicios públicos (agua, luz y gas) esto equivale a \$175.236 COP⁴⁷.

Después de realizar el cálculo para encontrar el tamaño de muestra, teniendo nivel de confianza del 95% y un margen de error del 3% se obtuvo como resultado 990. Debido a la no disponibilidad de datos solo se logró la recopilación de información de 9 apartamentos VIS, pero se recomienda para una futura investigación que esta cantidad se amplíe. Se indagó sobre el consumo de servicios públicos (gas, acueducto y eléctrico) y el valor del costo de administración de nueve proyectos de Vivienda de Interés Social, entre los cuales están los proyectos Soleri, San Rafael y Antilla VIS, ubicados en el municipio de Bucaramanga Santander, con esto se puede apreciar el consumo durante un mes de una unidad habitacional de 4 personas. Tomando como referencia el promedio de consumo y las tarifas de los servicios públicos para un apto, se realizó una proyección y se determinó el costo de los gastos de servicios públicos del modelo convencional.

Por último, se hizo una recopilación de los materiales y equipos que requieren mantenimiento periódico para garantizar el correcto funcionamiento del sistema de acuerdo con las especificaciones de los proveedores.

⁴⁷ OMS, D. M. F. DANERI, DANE, and O. A. MAMANI, "Encuesta Nacional de Presupuestos de los Hogares," *Biol. Del Comport.* - 090, pp. 1-26, 2018, http://www.enfermeria.fcm.unc.edu.ar/biblioteca/tesis/mamani_omar.pdf%0A
<http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/enph/presentacion-enph-2017.pdf%0A>
http://www.psi.uba.ar/academica/carrerasdegrado/psicologia/sitios_catedras/electivas/090_compo

4. RESULTADOS

4.1 BENEFICIOS TRIBUTARIOS

4.1.1 Ley 2099 del 10 de Julio de 2021

Artículo 11. Renta exenta 50%. Los obligados a declarar renta que realicen inversiones directas en construcciones sostenibles tendrán derecho a reducir anualmente de su renta, por los 5 años siguientes, el cincuenta por ciento (50%) del valor total de la inversión realizada⁴⁸.

Artículo 12. IVA Excluido. Los equipos, maquinaria y servicios nacionales o importados que se destinen a la inversión o reinversión en la producción o utilización de energía a partir de fuentes no convencionales estarán excluidos de IVA.⁴⁹

Artículo 13. Incentivo arancelario. Las personas jurídicas o naturales que realicen o sean titulares en inversiones en proyectos nuevos que involucren energías no convencionales contarán con la exención de pago de derechos arancelarios de importación en equipos, maquinaria, materiales e insumos para uso exclusivo en labores de pre-inversión o inversión en dichas FNCE.⁵⁰

Artículo 14. Depreciación acelerada de Activos. Para la maquinaria, equipos y obras civiles necesarias y constituidas exclusivamente en la pre-inversión, inversión y operación en generación de fuentes no convencionales de energía se podrá

⁴⁸ CAMACOL, A. Op. Cit.

⁴⁹ Ibid.

⁵⁰ Ibid.

aplicar una depreciación acelerada con una tasa anual no mayor al (20%). (Estatuto tributario, Ley 1819 de 2016)⁵¹.

4.1.2 Resolución Número 585 del 2 de Octubre del 2017. Esta normativa busca incentivar Proyectos que incluyan medidas activas y pasivas que promuevan el consumo eficiente de energía⁵². Se incentivan mediante la exclusión del IVA, los ítems de los proyectos que estén alineados con Plan de Acción Indicativo (PAI) para el desarrollo del Programa de Uso Racional y Eficiente de Energía (PROURE)⁵³.

4.1.3 Resolución 463 del 28 de Agosto del 2018 – UPME. Los Proyectos que incluyan medidas activas y pasivas que promuevan el consumo eficiente de energía se incentivan mediante la exclusión del IVA (19%) y deducción o descuento del impuesto de renta (25%), para servicios de diseño del proyecto, así como equipos, elementos o maquinarias que correspondan a medidas activas o pasivas en los términos estipulados en la Resolución 549 de 2015 MVDT y en los proyectos que estén alineados con Plan de Acción Indicativo (PAI).

4.2 BENEFICIOS FINANCIEROS

Bancos como Bancolombia y Davivienda son pioneros en el uso de la certificación EDGE para garantizar el enfoque de sus inversiones. Con sus financiamientos, el mercado de la construcción ecológica continuará creciendo en Colombia, están emitiendo bonos verdes en apoyo de proyectos de construcción ecológica⁵⁴. Por ejemplo, el financiamiento de bonos verdes de Bancolombia ha ayudado a construir

⁵¹ Ibid.

⁵² Ibid.

⁵³ Ibid.

⁵⁴ CORPORACIÓN FINANCIERA INTERNACIONAL (IFC), Op. Cit.

proyectos como Verde Vivo Ariza Torre Oriente, donde los propietarios pueden ahorrar hasta un 25 por ciento en uso de energía y un 29 por ciento en uso de agua⁵⁵. En la tabla 3 se muestran algunos de los beneficios financieros

4.2.1 Por Certificar EDGE. seguros sura ofrece a quienes certifiquen EDGE: asesoría en los requisitos y generalidades de las certificaciones EDGE, Capacitación a salas de ventas sobre atributos de la certificación, guía para acceder a los beneficios tributarios para la construcción sostenible y un Retorno del 10% del valor de la prima en las pólizas de construcción y cumplimiento.

Tabla 5. Beneficios Financieros de Bancos al construir Sosteniblemente

BANCOLOMBIA	DAVIVIENDA
Disminución de hasta 100 puntos en el Spread de la tasa Vigente	Disminución de hasta 100 puntos en el Spread de la tasa Vigente
Monto Máximo de 20.000	Disminución de hasta 25 puntos en el Spread de la tasa libor para créditos en dólares.
Plazo de hasta 48 meses	Apoyo para el proceso de Certificación hasta con el 50% del costo de la Certificación
Apoyo con Capacitación en Salas de Ventas	Asesoría Técnica para proyectos EDGE

Fuente: Elaboración Propia

4.2.2 Por Comprar Vivienda Certificada EDGE. Para quienes deseen acceder a un crédito de remodelación, Bancolombia ofrece un monto equivalente hasta el 75% del valor de su inmueble, únicamente para compra de materiales con características

⁵⁵ CORPORACIÓN FINANCIERA INTERNACIONAL (IFC), Op. Cit.

sostenibles y mano de obra, con una disminución de hasta 75 puntos básicos sobre la tasa vigente de remodelación Tradicional.

Tabla 6. Beneficios Financieros al comprar Sostenible.

BANCOLOMBIA	DAVIVIENDA
65 puntos básicos sobre la tasa	Disminución hasta 75 puntos básicos en la tasa. Aplica para toda la vida del crédito.
Tasa preferencial durante los primeros 7 años del crédito o leasing habitacional	Para clientes que tienen beneficio en la tasa de cobertura del gobierno, podrán prolongar el beneficio hasta por 8 años más. (Solo VIS)
Aplica subsidios del gobierno para VIS y no VIS.	Aplica subsidios del gobierno Nacional para VIS y no VIS.

Fuente: Elaboración Propia

4.3 MODELOS BIM 3D DEL CASO DE ESTUDIO

Es de gran importancia la posibilidad de obtener cantidades de obra desde el modelo tridimensional. La exactitud obtenida permite presupuestar cantidades reales de los materiales que serán utilizados, así se logra invertir sin malgastar. Las compras podrán realizarse de forma que no se obtenga ni mucho más, ni mucho menos de lo indicado.

Las tablas de cantidades obtenidas pueden ser clasificadas a conveniencia: volumen de concreto para cada uno de los niveles de la edificación, concreto sólo para columnas, área de pisos para baños y pisos para oficinas de forma particular, entre otros. La Tabla 7 evidencia las cantidades totales de área de muros.

Tabla 7. Tabla de cantidades proporcionada por el software Revit 2020.

<Cuantificación de muros>	
A	B
Tipo	Área
Enchape muro baños	
Enchape muro baños	909 m ²
Contra huella escalera	
Contra huella escalera	160 m ²
Estuco y pintura	
Estuco y pintura	15196 m ²
Friso	
Friso	16253 m ²
Muros ladrillo H10	
Muros ladrillo H10	17156 m ²
Tablilla tipo madera	
Tablilla tipo madera	81 m ²
Total general	49755 m²

Fuente: Tomado de REVIT

En el modelado del caso de estudio convencional (Ver figura 6 y 7), se lograron percibir inconsistencias en los planos (Ver figura 8), realizados en Autocad, ya que el mismo no tiene en cuenta el volumen de materiales como aceros, tuberías, redes eléctricas y de gas, provocando desperdicios de material y por tanto sobre costos en la construcción. Dichas incoherencias normalmente llegan a ser perceptibles justo en el momento en que la obra se está ejecutando. Cuando discordancias como estas son detectados en trabajo de oficina, con anterioridad a que la obra se ejecute, se obtienen procesos de mayor calidad y eficiencia.

Figura 6. Planta tipo modelado en Autodesk Revit 2020.



Fuente: Elaboración propia

Figura 7. Visualización foto-realista del edificio con acabados arquitectónicos en Autodesk Revit 2020

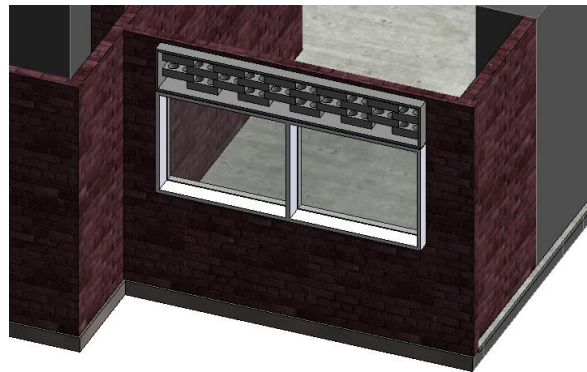


Fuente: Elaboración propia

4.4 MODELADO SOSTENIBLE 1

Con la implementación de ventilación natural, medidores inteligentes, inodoros, regaderas y grifos de bajo flujo se logró un ahorro del 22.64% en energía y 21.87% en agua, por otra parte, se logró disminuir 34.81% de la energía embebida en los materiales con la modificación de muros de pared externa por ladrillo a la vista y los marcos de la ventana en aluminio por UPVC. El porcentaje de área de vidriado en las ventanas se disminuyó con la creación de ventanas en muro calado en la parte alta de cada ventana convencional en la cocina y sala de estar. Esta última idea surgió debido a que en Bucaramanga y su zona metropolitana se está incorporando los muros calados en algunos proyectos, con el fin de mejorar el confort de los habitantes y disminuir costos, entre los cuales están: el Edificio residencial UDI, Colegio la Inmaculada y algunos edificios residenciales en el barrio Puerto Madero de Girón.

Figura 8. Modelo Ventana en muro calado



Fuente: Elaboración propia

Figura 9. Sección Fachada de modelo sostenible 1



Fuente: Elaboración propia

4.5 MODELADO SOSTENIBLE 2

Figura 10. Medidas de Ahorro Eficiente de Energía

check_circle_outline check_circle_outline check_circle_outline check_circle_outline
Diseño Energía 27,90% Agua 20,64% Materiales 38,01%

Medidas de eficiencia energética
Elija medidas de eficiencia energética para lograr ahorros de al menos un 20%.

<input type="checkbox"/>	HME02	Pintura / Tejas reflectantes para techo - Reflectividad solar (albedo) de 0,7	
<input checked="" type="checkbox"/>	HME03	Pintura reflectante para paredes externas - Reflectividad solar (albed... more_vert	SR <input type="text" value="0.85"/>
<input type="checkbox"/>	HME04	Dispositivos de sombreado externos: factor de sombreado promedio anual (AASF) ...	
<input type="checkbox"/>	HME05	Aislamiento del techo: valor U de 0,18	
<input type="checkbox"/>	HME06	Aislamiento de paredes externas: valor U de 0,25	
<input type="checkbox"/>	HME07	Vidrio revestido de baja emisividad: valor U de 3 W / m ² .K y SHGC de 0,45	




Fuente: Tomado de la aplicación EDGE

En la figura 10, se evidencia un ahorro en Energía del 27.9%, obtenida con el uso de pintura reflectiva en paredes externas, con ventilación natural y con el suministro de controles de iluminación automatizados en las bombillas ubicadas en las zonas comunes del edificio. Para el ahorro en agua se alcanzó un 20.64% producto del uso de griferías de menor consumo en lavamanos, fregaderos y duchas. Del mismo modo se obtuvo un ahorro de energía en materiales embebidos de 38.01% debido al uso de muros contruidos en ladrillo a la vista, muros con yeso a ambos lados y marcos de ventanas en UPVC. Con estos resultados la propuesta de sostenibilidad 2, cumpliría con los criterios mínimos de certificación EDGE, que son el 20% en cada uno de sus componentes (Agua, energía y materiales).

4.6 AHORROS EN CADA CASO

Realizando el análisis de operación se puede determinar que al implementar las buenas prácticas de sostenibilidad se obtienen grandes ahorros en energía, agua y materiales embebidos y que la inversión se puede recuperar hasta en 4 años como se observa en la tabla 8.

Tabla 8. Tabla de ahorro de energía, agua y materiales incorporados

TIPO		CONVENCIONAL	SOSTENIBLE 1	SOSTENIBLE 2
AHORRO ENERGIA		(-)3.4%	22.64%	27.9%
AHORRO AGUA		6.12%	21.87%	20.64%
AHORRO MATERIALES INCORPORADOS		7.74%	34.81%	38.01%
EMISIONES DE CARBON	[TCO2/año]	178.4	155.29	160.09
RECUPERACION EN AÑOS	años	38.1	3.9	10.67

Fuente: Elaboración propia

4.7 ANÁLISIS DE CONSTRUCCIÓN

Luego de determinar cuáles son los beneficios tributarios, financieros, ambientales, entre otros obtenidos al construir sosteniblemente, se procedió a estimar el costo de cada uno de los casos propuestos y determinar, si en términos de costo, es o no factible construir de manera sostenible. Por esta razón, se procedió a realizar un presupuesto en el cual pudimos evidenciar la diferencia en el costo por m² entre al caso de estudio convencional y los dos sostenibles. En la tabla 9 se muestran los costos obtenidos de cada caso.

Tabla 9. Resultados de Presupuestos.

	COSTO POR M2	
	DIRECTO	DIRECTO + INDIRECTO
Convencional	1.242.204	1.750.887
Sostenible 1	1.238.624	1.745.841
Sostenible 2	1.249.096	1.760.601

Fuente: Elaboración propia

Luego de realizar un comparativo entre el caso convencional y los casos sostenibles 1 y 2, se puede evidenciar una diferencia de costos de 0,29% y 0,55%. Sin embargo, el caso sostenible 1, tiene un costo inferior al costo del caso convencional, lo cual indica que ésta propuesta de construcción además de beneficiar al medio ambiente y obtener los demás beneficios por ser sostenible, también le presenta al constructor un costo de construcción más favorable y asequible a su economía.

Para el Caso sostenible 2, el costo es mayor al convencional en un 0,55%, sin embargo, según los resultados de la aplicación EDGE, se está ahorrando aproximadamente un 28% en costos de energía, 20% en costos de agua y 46% en costo de materiales, lo cual, aunque no son ahorros que se evidencien de forma inmediata, son ahorros que durante la operación del edificio se van adquiriendo.

4.8 ANÁLISIS DE OPERACIÓN

Realizando el promedio de los gastos en servicios públicos, en la tabla 10 se evidencia que en promedio un apartamento VIS gasta \$310.575 COP en servicios públicos mensualmente.

Tabla 10. Gastos de servicios publico

GASTOS DE SERVICIOS PUBLICOS CASO CONVENCIONAL					
#	ADMON	AGUA	GAS	LUZ	TOTAL
1	\$ 136.000	\$ 58.352	\$ 22.770	\$ 71.550	\$ 288.672
2	\$ 145.000	\$ 70.856	\$ 30.220	\$ 68.186	\$ 314.262
3	\$ 170.000	\$ 50.016	\$ 21.830	\$ 74.146	\$ 315.992
4	\$ 138.358	\$ 60.710	\$ 25.128	\$ 73.908	\$ 298.104
5	\$ 140.453	\$ 66.309	\$ 25.673	\$ 63.639	\$ 296.074
6	\$ 163.105	\$ 63.121	\$ 14.935	\$ 67.251	\$ 308.412
7	\$ 140.947	\$ 73.299	\$ 27.717	\$ 76.497	\$ 318.460
8	\$ 143.042	\$ 68.898	\$ 28.262	\$ 96.228	\$ 336.430
9	\$ 165.694	\$ 55.710	\$ 17.524	\$ 79.840	\$ 318.768
PROM MES X AP	\$ 149.178	\$ 63.030	\$ 23.784	\$ 74.583	\$ 310.575

Fuente: Elaboración propia

Figura 11. Costos operacionales de los 3 modelos.



Fuente: Elaboración propia

Con la información de la tabla 10, el porcentaje de ahorro para cada modelo y los costos de operación y mantenimiento para los siguientes 10 años se realiza la siguiente gráfica comparativa número 11.

En la gráfica 11 podemos evidenciar una gran diferencia entre los costos de operación del modelo convencional y los sostenibles, esto es debido a que hay un gran ahorro en servicios públicos del edificio como también de cada apartamento, además algunos elementos fueron cambiados por otros a los cuales no se les debe realizar mantenimiento con la misma frecuencia del convencional o porque el costo del mantenimiento es menor.

Tabla 11. Costos en cada etapa del proyecto

ETAPA DEL PROYECTO	COSTO [m2]		
	Convencional	Sostenible 1	Sostenible 2
Diseño y planeación	\$ 132.678	\$ 135.067	\$ 135.067
Construcción	\$ 1.109.582	\$ 1.103.614	\$ 1.114.086
Operación y Mantenimiento	\$ 34.170	\$ 29.411	\$ 28.959

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 11 se realiza un comparativo de los costos en cada etapa del proyecto para cada uno de los casos. En la etapa de planeación, se observa un incremento del 1.8% para los dos casos sostenibles, en la construcción una reducción del 0,5% para el caso sostenible 1 y un aumento del 0.4% para el caso sostenible 2 y por último, en la etapa de operación y mantenimiento se presenta una disminución del 14% y el 15% para el caso sostenible 1 y 2 respectivamente.

5. CONCLUSIONES

Las buenas prácticas sostenibles se pueden implementar durante la etapa de ejecución de obra o durante la operación y mantenimiento de un proyecto, pero si se tiene en cuenta desde el diseño, no solamente se tiene un impacto ambiental positivo, sino que también se reduce la inversión que se debe llevar a cabo para la implementación de dichas prácticas, razón por la cual es muy bueno para los dueños del proyecto invertir en sostenibilidad, así que ellos como gestores deben dar el primer paso de ofrecer ese tipo de producto sostenible.

La sociedad tiene la creencia de que si se construye un edificio sostenible se aumenta desmedidamente el costo, pero después de comparar dos diseños de edificio sostenible podemos concluir que ese pensamiento está errado, ya que si tenemos en cuenta los beneficios tributarios y de inversión, que contribuyen a reducir los consumos, la huella de carbono, a mejorar la calidad de vida y a reducir los gastos en servicios públicos a quienes vivan en el inmueble, se puede demostrar que es más rentable de lo que a simple vista se logra percibir.

La aplicación EDGE estima las reducciones de la huella de carbono de forma intuitiva al cambiar parámetros en el software incluso antes de pagar una certificación, permitiendo analizar varios escenarios posibles sin incurrir en costos. La incidencia económica de dichos escenarios puede ser evaluada rápidamente por medio de la metodología BIM, la cual permite realizar cambios y estimaciones al instante.

El presente estudio indicó que el consumo mensual del diseño original del edificio fue de 1.085.280 kWh y la emisión de CO₂ fue 178.4 T.CO₂. El diseño sostenible 1, disminuyó 0,29% del costo constructivo y 14% del costo operacional anual respecto al modelo convencional, tiene un consumo energético anual de 944813

kWh y una emisión de CO₂ de 155.29 T CO₂. El diseño sostenible 2, que requiere una inversión adicional constructiva del 0,55%, ahorra un 16% en costo operacional anual, tiene un consumo energético anual de 973920 kWh y una emisión de CO₂ de 160.09 T CO₂.

6. RECOMENDACIONES

En vista de los grandes beneficios de construir sosteniblemente, sería recomendable que en los planes de ordenamiento territorial se incluyan beneficios como incentivos normativos y/o menores costos y tiempos en trámites de licencias de construcción y que los entes gubernamentales en las tasas impositivas para quienes construyan sosteniblemente y ayuden a impulsar este tipo de proyecto, con el fin de que a futuro la mayoría de los proyectos inmobiliarios ofrecidos del mercado sean sostenibles y estén certificados.

La falta de información es el principal causante de que al día de hoy no sea muy común construir de manera sostenible, por esta razón se hace necesario, que desde la academia se muestren los resultados de investigaciones como la aquí realizada con el fin de transferir conocimiento a la gente para que ellos vean que la sostenibilidad aumenta el confort, mejora la calidad de vida, y además les permite ahorrar en consumo de servicios y así comiencen como clientes a exigir este tipo de proyectos sostenibles.

Las entidades gubernamentales deberían desarrollar proyectos piloto en sus obras para fomentar la construcción sostenible, estableciendo un tiempo de transición para impartir como requisito el desarrollo de las obras gubernamentales de manera sostenible.

BIBLIOGRAFÍA

ALBARELLO, A.; LAURA, F. and GUTIÉRREZ BUCHELI, A. "BIM para el mantenimiento: más planeación menos sobrecostos BIM for maintenance: more planning less cost overruns," vol. 1, pp. 1–11, 2014

ALENCAR, L.; ALENCAR, M.; LIMA, L.; TRINDADE, E. and SILVA, L. "Sustainability in the Construction Industry: a Systematic Review of the Literature," J. Clean. Prod., vol. 289, p. 125730, 2020, doi: 10.1016/j.jclepro.2020.125730

AUTODESK, "interoperability.autodesk.com," 2021.
<https://interoperability.autodesk.com/cobieextensionrevit.php>

AUTODESK. "interoperability.autodesk.com," 2020

B.G. Juan David and LOAIZA ELIZALDE, N. F. "Análisis Costo-Beneficio Entre La Construcción De Viviendas Sostenibles Y Viviendas Tradicionales Con Base a La Sostenibilidad Ambiental En Soacha, Cundinamarca.," 2018

BIBLIOTECA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.
"bibliotecavirtual.uis.edu.co," 2021

BIM Forum Colombia, "Guía de modelado BIM," Guías Para La Adopción Bim En Las Organ., 2020

BOHÓRQUEZ-CASTELLANOS, J. J.; PORRAS-DÍAZ, H.; SÁNCHEZ-RIVERA, O. G. and MARIÑO-ESPINEL, M. C. "Planificación de recursos humanos a partir de la simulación del proceso constructivo en modelos BIM 5D," Entramado, vol. 14, no. 1, pp. 252–267, 2018, doi: 10.18041/entramado.2018v14n1.27141

BREEAM, “BREEAM.ES,” 2020. www.breeam.es (accessed Sep. 30, 2021)

C. B. Venezuela, “Congreso Latinoamericano de BIM y sus implicaciones globales,” 2021. <https://hablemosbim.com/servicios-bim-7d/> (accessed Oct. 05, 2021)

CAMACOL, A. “Declaraciones y atributos de producto necesarias en los procesos de certificación ¿ En dónde entra el material constructivo en las certificaciones ?,” 2021

CONSEJO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE CCCS, “Una iniciativa del CCCS para impulsar la transformación de la construcción de viviendas en el país hacia la sostenibilidad, en alineación con las políticas nacionales de crecimiento verde,” 2013. <https://www.cccs.org.co/wp/antecedentes-referencial-casa-colombia/> (accessed Sep. 29, 2021)

CORPORACIÓN FINANCIERA INTERNACIONAL (IFC), “Guía del usuario de software EDGE,” pp. 1–336, 2018

DANE, “Boletín técnico Vivienda VIS y No VIS,” *I Trimest. 2021*, pp. 1–39, 2021. https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/vis/bol_vis_IVtrim2018.pdf

DOMÍNGUEZ-TUDA, M. and GUTIÉRREZ-JURADO, H. A. “Global analysis of the hydrologic sensitivity to climate variability,” *J. Hydrol.*, vol. 603, no. July, p. 126720, 2021, doi: 10.1016/j.jhydrol.2021.126720

EASTMAN, Chuck; TEICHOLZ, P.; SACKS, R. and LISTON, K. *BIM Handbook*, vol. s7-II, no. 32. 1886

ECHEVERRY, V. "Certificación Leed, Una tendencia que se impone," 22 de Octubre, 2018. <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/certificacion-leed-tendencia-que-se-impone> (accessed Jan. 10, 2021)

edgebuildings.com. Disponible en: <https://edgebuildings.com/> (accessed Jul. 25, 2021)

edgebuildings.com. <http://edgebuildings.com> (accessed Oct. 01, 2021)

LU, K.; JIANG, X.; YU, J.; TAM, V. W. Y. and SKITMORE, M. "Integration of life cycle assessment and life cycle cost using building information modeling: A critical review," *J. Clean. Prod.*, vol. 285, p. 125438, 2021, doi: 10.1016/j.jclepro.2020.125438

MCARTHUR, J. J. "A Building Information Management (BIM) Framework and Supporting Case Study for Existing Building Operations, Maintenance and Sustainability," *Procedia Eng.*, vol. 118, pp. 1104–1111, 2015, doi: 10.1016/j.proeng.2015.08.450

MINENERGIA, "MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS."

MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO. "Decreto 1467 de 2019 en relación con el precio máximo de la Vivienda de Interés Social," no. 18, pp. 1–4, 2019

MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO. "Guía de construcción sostenible," no. 1, p. 89, 2015

OBRECHT, T. P.; RÖCK, M.; HOXHA, E. and PASSER, A. "The challenge of integrating Life Cycle Assessment in the building design process - A systematic literature review of BIM-LCA workflows," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 588, no. 3, 2020, doi: 10.1088/1755-1315/588/3/032024

OMS, D. M. F. DANERI, DANE, and O. A. MAMANI, "Encuesta Nacional de Presupuestos de los Hogares," *Biol. Del Comport.* - 090, pp. 1–26, 2018, http://www.enfermeria.fcm.unc.edu.ar/biblioteca/tesis/mamani_omar.pdf%0A
<http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/enph/presentacion-enph-2017.pdf%0A>
http://www.psi.uba.ar/academica/carrerasdegrado/psicologia/sitios_catedras/electivas/090_compo

PULIDO, M.; YEPES, J; "Certificación Leed en viviendas de interés social: Aplicada al barrio Yomasa - Bogotá," 2013

REVISTA SEMANA. "Reducción de costos, una tendencia a futuro en la construcción sostenible," 20 de noviembre, 2020. <https://www.semana.com/pais/articulo/construccion-sostenible-en-colombia-genera-reduccion-de-costos-a-futuro/306021/> (accessed Jan. 05, 2021).

RHEUDE, F.; KONDRASCH, J.; RÖDER, H. and FRÖHLING, M. "Review of the terminology in the sustainable building sector," *J. Clean. Prod.*, vol. 286, 2021, doi: 10.1016/j.jclepro.2020.125445

UNESCO, Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos. <https://es.unesco.org/themes/water-security/wwap/wwdr/2020> (accessed Sep. 15, 2021)

VAN ECK, N. J. and WALTMAN, L. "Manual VOSviewer 1.6," no. November, 2020

WorldGBC, "Consejo Mundial de Construcción Ecológica 2016-2021," 2016.
<https://www.worldgbc.org/member-directory> (accessed Sep. 29, 2021)

ANEXOS

Anexo A. Artículos obtenidos en Scopus sobre Construcción Sostenible, BIM 7D, Costos y Edificios Verdes.

Title	Author	Year	Journal
Building information modeling for sustainable design and LEED ® rating analysis	Azhar, S., Carlton, W.A., Olsen, D., Ahmad, I.	2011	Automation in Construction 20(2), pp. 217-224
Critical review of bim-based LCA method to buildings	Soust-Verdaguer, B., Llatas, C., García-Martínez, A.	2017	Energy and Buildings 136, pp. 110-120
Building Information Modeling (BIM) for green buildings: A critical review and future directions	Lu, Y., Wu, Z., Chang, R., Li, Y.	2017	Automation in Construction 83, pp. 134-148
Green building assessment tool (GBAT) for integrated BIM-based design decisions	Ilhan, B., Yaman, H.	2016	Automation in Construction 70, pp. 26-37
Integration of BIM and LCA: Evaluating the environmental impacts of building materials at an early stage of designing a typical office building	Najjar, M. , Figueiredo, K. , Palumbo, M. , Haddad, A.	2017	Revista de ingeniería de la construcción 14 , págs.115-126
Integrating building information modeling (BIM) and LEED system at the conceptual design stage of sustainable buildings	Jalaei, F., Jrade, A.	2015	Sustainable Cities and Society 18, pp. 95-107
Efficacy of LEED-certification in reducing energy consumption and greenhouse gas emission for large New York City office buildings	Scofield, J.H.	2013	Energy and Buildings 67, pp. 517-524
Enhancing environmental sustainability over building life cycles through green BIM: A review	Wong, J.K.W., Zhou, J.	2015	Automation in Construction 57, pp. 156-165

Title	Author	Year	Journal
Building information modelling (BIM) for sustainable building design	Wong, K.-D., Fan, Q.	2013	Facilities 31(3), pp. 138-157
BIM execution planning in green building projects: LEED as a use case	Wu, W., Issa, R.R.A.	2014	Journal of Management in Engineering
An integrated BIM-based framework for minimizing embodied energy during building design	Shadram, F., Johansson, T.D., Lu, W., Schade, J., Olofsson, T.	2016	Energy and Buildings 128, pp. 592-604
A mixed review of the adoption of Building Information Modelling (BIM) for sustainability	Chong, H.-Y., Lee, C.- Y., Wang, X.	2017	Journal of Cleaner Production 142, pp. 4114-4126
Life cycle energy efficiency in building structures: A review of current developments and future outlooks based on BIM capabilities	Eleftheriadis, S., Mumovic, D., Greening, P.	2017	Renewable and Sustainable Energy Reviews 67, pp. 811-825
Implementing 'BEAM Plus' for BIM-based sustainability analysis	Wong, J.K.-W., Kuan, K.-L.	2014	Automation in Construction 44, pp. 163-175
Do LEED-certified buildings save energy? Yes, but...	Newsham, G.R., Mancini, S., Birt, B.J.	2009	Energy and Buildings 41(8), pp. 897-905
Automated Green Building Rating System for Building Designs	Nguyen, T.H., Toroghi, S.H., Jacobs, F.	2016	Journal of Architectural Engineering 22(4),A4015001
Building information model based energy/exergy performance assessment in early design stages	Schlueter, A., Thesseling, F.	2009	Automation in Construction 18(2), pp. 153-163
BIM-enabled integrated optimization tool for leed decisions	Barnes, S., Castro- Lacouture, D.	2009	Proceedings of the 2009 ASCE International Workshop on Computing in Civil Engineering 346, pp. 258-268

Title	Author	Year	Journal
A comprehensive analysis of the credits obtained by LEED 2009 certified green buildings	Wu, P., Song, Y., Shou, W., (...), Chong, H.-Y., Sutrisna, M.	2017	Renewable and Sustainable Energy Reviews 68, pp. 370-379
Optimising building sustainability assessment using BIM	Carvalho, J.P., Bragança, L., Mateus, R.	2019	Automation in Construction 102, pp. 170-182
Life-cycle assessment and the environmental impact of buildings: A review	Khasreen, M.M., Banfill, P.F.G., Menzies, G.F.	2009	Sustainability 1(3), pp. 674-701
Energy performance of LEED-certified buildings from 2015 Chicago benchmarking data	Scofield, J.H., Doane, J.	2018	Energy and Buildings 174, pp. 402-413
Comparative analysis between a complete LCA study and results from a BIM-LCA plug-in	Bueno, C., Fabricio, M.M.	2018	Automation in Construction 90, pp. 188-200
Critical analysis of green building research trend in construction journals	Darko, A., Chan, A.P.C.	2016	Habitat International 57, pp. 53-63
Bibliometric analysis and review of Building Information Modelling literature published between 2005 and 2015	Santos, R., Costa, A.A., Grilo, A.	2017	Automation in Construction 80, pp. 118-136
BIM and Australian green star building certification	Gandhi, S., Jupp, J.	2014	Computing in Civil and Building Engineering - Proceedings of the 2014 International Conference on Computing in Civil and Building Engineering pp. 275-282
Application of life-cycle assessment to early stage building design for reduced embodied environmental impacts	Basbagill, J., Flager, F., Lepech, M., Fischer, M.	2013	Building and Environment 60, pp. 81-92
Building information modelling based building energy modelling: A review	Gao, H., Koch, C., Wu, Y.	2019	Applied Energy 238, pp. 320-343

Title	Author	Year	Journal
BIM-based Approach for Green Buildings in Malaysia	Khoshdelnezamiha, G., Liew, S.C., Bong, V.N.S., Ong, D.E.L.	2019	IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 268(1),012052
BIM application to building energy performance visualisation and management Challenges and potential	Gerrish, T., Ruikar, K., Cook, M., (...), Phillip, M., Lowry, C.	2017	Energy and Buildings 144, pp. 218-228
A study on the LEED energy simulation process using BIM	Ryu, H.-S., Park, K.-S.	2016	Sustainability (Switzerland) 8(2),138
A critical comparison of green building rating systems	Doan, D.T., Ghaffarianhoseini, A., Naismith, N., (...), Ghaffarianhoseini, A., Tookey, J.	2017	Building and Environment 123, pp. 243-260
Will green building development take off? An exploratory study of barriers to green building in Vietnam	Nguyen, H.-T., Skitmore, M., Gray, M., Zhang, X., Olanipekun, A.O.	2017	Resources, Conservation and Recycling 127, pp. 8-20
The investigation of the barriers in developing green building in Malaysia	Samari, M., Godrati, N., Esmailifar, R., Olfat, P., Shafiei, M.W.M.	2013	Modern Applied Science 7(2), pp. 1-10
Using BIM to propose building alternatives towards lower consumption of electric power in Iraq	Naji, H.I., Mahmood, M., Mohammad, H.E.	2019	Asian Journal of Civil Engineering 20(5), pp. 669-679
The Green Building Revolution	Yudelson, J.	2008	HPAC Heating, Piping, AirConditioning Engineering 80(1), pp. 7-9
The outlook of building information modeling for sustainable development	Chong, H.-Y., Wang, X.	2016	Clean Technologies and Environmental Policy 18(6), pp. 1877-1887

Title	Author	Year	Journal
Reducing the operational energy demand in buildings using building information modeling tools and sustainability approaches	Shoubi, M.V., Shoubi, M.V., Bagchi, A., Barough, A.S.	2015	Ain Shams Engineering Journal 6(1), pp. 41-55
Sustainability Assessment in the Construction Sector: Rating Systems and Rated Buildings	Berardi, U.	2012	Sustainable Development 20(6), pp. 411-424
Project management and green buildings: Lessons from the rating systems	Wu, P., Low, S.P.	2010	Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice 136(2), pp. 64-70
Rapid LEED evaluation performed with BIM based sustainability analysis on a virtual construction project	Alwan, Z., Greenwood, D., Gledson, B.	2015	Construction Innovation 15(2), pp. 134-150
Sustainability in the construction industry: A review of recent developments based on LCA	Ortiz, O., Castells, F., Sonnemann, G.	2009	Construction and Building Materials 23(1), pp. 28-39
Life cycle assessment in buildings: State-of-the-art and simplified LCA methodology as a complement for building certification	Zabalza Bribián, I., Aranda Usón, A., Scarpellini, S.	2009	Building and Environment 44(12), pp. 2510-2520
Life cycle assessment (LCA) and life cycle energy analysis (LCEA) of buildings and the building sector: A review	Cabeza, L.F., Rincón, L., Vilariño, V., Pérez, G., Castell, A.	2014	Renewable and Sustainable Energy Reviews 29, pp. 394-416
Investigation on the potential of integrating BIM into green building assessment tools	Solla, M. , Ismail, LH , Yunus, R.	2016	ARPJ Journal of Engineering and Applied Sciences 11(4), pp. 2412-2418 11 (4) , págs.2412-2418
Implications of trends in LEED usage: Rating system design and market transformation	Todd, J.A., Pyke, C., Tufts, R.	2013	Building Research and Information 41(4), pp. 384-400
Impact of different LEED versions for green building certification and energy efficiency rating system: A Multifamily Midrise case study	Rastogi, A., Choi, J.-K., Hong, T., Lee, M.	2017	Applied Energy 205, pp. 732-740

Title	Author	Year	Journal
Integration of LCA and LCC analysis within a BIM-based environment	Santos, R., Costa, A.A., Silvestre, J.D., Pyl, L.	2019	Automation in Construction 103, pp. 127-149
Factors Affecting Productivity in Green Building Construction Projects: The Case of Singapore	Hwang, B.-G., Zhu, L., Ming, J.T.T.	2017	Journal of Management in Engineering 33(3),04016052
Green buildings cost premium: A review of empirical evidence	Dwaikat, L.N., Ali, K.N.	2016	Energy and Buildings 110, pp. 396-403
Green building evaluation system implementation	Ding, Z., Fan, Z., Tam, V.W.Y., (...), Illankoon, I.M.C.S., Moon, S.	2018	Building and Environment 133, pp. 32-40
Do LEED-certified buildings save energy? Not really...	Scofield, J.H.	2009	Energy and Buildings 41(12), pp. 1386-1390
Economic sustainability assessment of residential buildings: A dedicated assessment framework and implications for BIM	Ahmad, T., Thaheem, M.J.	2018	Sustainable Cities and Society 38, pp. 476-491
Application areas and data requirements for BIM-enabled facilities management	Becerik-Gerber, B., Jazizadeh, F., Li, N., Calis, G.	2012	Journal of Construction Engineering and Management 138(3), pp. 431-442
Building Information Modeling (BIM)-based daylighting simulation and analysis	Kota, S., Haberl, J.S., Clayton, M.J., Yan, W.	2014	Energy and Buildings 81, pp. 391-403
Building information modeling (BIM): Now and beyond	Azhar, S., Khalfan, M., Maqsood, T.	2012	Australasian Journal of Construction Economics and Building 12(4), pp. 15-28
Barriers Affecting the Adoption of Green Building Technologies	Chan, A.P.C., Darko, A., Ameyaw, E.E., Owusu-Manu, D.-G.	2017	Journal of Management in Engineering 33(3),04016057
Applicability of LEED's energy and atmosphere category in three developing countries	Komurlu, R., Arditi, D., Gurgun, A.P.	2014	Energy and Buildings 84, pp. 690-697

Title	Author	Year	Journal
Bim for sustainability analyses	Azhar, S., Brown, J.	2009	International Journal of Construction Education and Research 5(4), pp. 276-292
Building Information Modeling (BIM) for existing buildings - Literature review and future needs	Volk, R. , Stengel, J. , Schultmann, F.	2014	Automation in Construction 38, pp. 109-127
Building information modeling (BIM): Trends, benefits, risks, and challenges for the AEC industry	Azhar, S.	2011	Leadership and Management in Engineering 11(3), pp. 241-252
Building information modeling based building design optimization for sustainability	Liu, S., Meng, X., Tam, C.	2015	Energy and Buildings 105, pp. 139-153
Building information modeling-based model for calculating direct and indirect emissions in construction projects	Marzouk, M., Abdelkader, E.M., Al-Gahtani, K.	2017	Journal of Cleaner Production 152, pp. 351-363
Building information modeling in support of sustainable design and construction	Bynum, P., Issa, R.R.A., Olbina, S.	2013	Journal of Construction Engineering and Management 139(1), pp. 24-34
An investigation of the impact of building orientation on energy consumption in a domestic building using emerging BIM (Building Information Modelling)	Abanda, F.H., Byers, L.	2016	Energy 97, pp. 517-527
A BIM based tool for assessing embodied energy for buildings	Nizam, R.S., Zhang, C., Tian, L.	2018	Energy and Buildings 170, pp. 1-14

Title	Author	Year	Journal
An integrated BIM-based framework for the optimization of the trade-off between embodied and operational energy	Shadram, F., Mukkavaara, J.	2018	Energy and Buildings 158, pp. 1189-1205
A multi-stage optimization method for cost-optimal and nearly-zero-energy building solutions in line with the EPBD-recast 2010	Hamdy, M., Hasan, A., Siren, K.	2013	Energy and Buildings 56, pp. 189-203
A comprehensive review on passive design approaches in green building rating tools	Chen, X., Yang, H., Lu, L.	2015	Renewable and Sustainable Energy Reviews 50, pp. 1425-1436
Integrating building information modeling (BIM) and LEED system at the conceptual design stage of sustainable buildings	Jalaei, F., Jrade, A.	2015	Sustainable Cities and Society 18, pp. 95-107
Efficacy of LEED-certification in reducing energy consumption and greenhouse gas emission for large New York City office buildings	Scofield, J.H.	2013	Energy and Buildings 67, pp. 517-524
BIM execution planning in green building projects: LEED as a use case	Wu, W., Issa, R.R.A.	2014	Journal of Management in Engineering

Anexo C. Modelado BIM (Convencional, Sostenible 1 y Sostenible 2, Respectivamente)



Anexo D. Tablas de Cuantificación de Materiales.

<Cuantificación de muros>	
A	B
Tipo	Área
Enchape muro baños	
Enchape muro baños	909 m ²
Contra huella escalera	
Contra huella escalera	160 m ²
Estuco y pintura	
Estuco y pintura	15196 m ²
Friso	
Friso	16253 m ²
Muros ladrillo H10	
Muros ladrillo H10	17156 m ²
Tablilla tipo madera	
Tablilla tipo madera	81 m ²
Total general	49754 m²

<Cuantificación de Ventanas>	
A	B
Tipo	Cantidad
Ventanas 1.5 x 1.4 m	
Ventanas 1.5 x 1.4 m	452
Ventanas 2.3 x 1.8 m	
Ventanas 2.3 x 1.8 m	48
Ventanas 1.2 x 0.5 m	
Ventanas 1.2 x 0.5 m	81
Ventanas 1.0 x 1.4 m	
Ventanas 1.0 x 1.4 m	144
Persiana 15 x 2 m	
Persiana 15 x 2 m	1
Ventana Lobby 4 x 2.65 m	
Ventana Lobby 4 x 2.65 m	1
Total general	727

<Cuantificación de Puertas>	
A	B
Tipo	Cantidad
Puerta met 1.0 x 2.0 m ppal	
Puerta met 1.0 x 2.0 m ppal	160
Puerta terraza 1.2 x 2.10 m	
Puerta terraza 1.2 x 2.10 m	7
Puerta lobby 4 x 2.65 m	
Puerta lobby 4 x 2.65 m	1
Porton parqueadero 2.5 x 2.15 m	
Porton parqueadero 2.5 x 2.15 m	2
Puerta mad 0.7 x 2.0 m	
Puerta mad 0.7 x 2.0 m	168
Puerta plast 0.7x 1.5 m	
Puerta plast 0.7x 1.5 m	3
Total general	341

<Cuantificación de acero >	
A	B
Tipo	Longitud
Barra N° 2	
Barra N° 2	18240 m
Barra N° 2.5	
Barra N° 2.5	36596.9 m
Barra N° 3	
Barra N° 3	726786.6 m
Barra N° 4	
Barra N° 4	73229.19 m
Barra N° 5	
Barra N° 5	110410.95 m
Barra N° 6	
Barra N° 6	70410.95 m
Barra N° 7	
Barra N° 7	2418.9 m
Barra N° 8	
Barra N° 8	42041.26 m
Total general	1080134.75 m

<Cuantificación de Concreto >	
A	B
Tipo	Volumen
Concreto F'c 35 Mpa	
Concreto F'c 35 Mpa	1070.98 m ³
Concreto F'c 28 Mpa	
Concreto F'c 28 Mpa	4827.1 m ³
Concreto impermeabilizado para tanque	
Concreto impermeabilizado para tanque	107.7 m ³
Mortero tradicional	
Mortero tradicional	312.27 m ³
Mortero impermeabilizado	
Mortero impermeabilizado	19.11 m ³
Solado 5 cm	
Solado 5 cm	42.9 m ³
Total general	6380.06 m³

<Cuantificación de Enchape >	
A	B
Tipo	Área
Enchape piso baño	
Enchape piso baño	194 m ²
Enchape zonas comunes	
Enchape zonas comunes	1959 m ²
Enchape terraza	
Enchape terraza	637 m ²
Total general	2790 m²

<Cuantificación de Excavación >

A	B
Tipo	Volumen
Excavacion material del sitio	
Excavacion material del sitio	9133 m ³
Total general	9133 m³

<Cuantificación de Enchape >

A	B
Tipo	Área
Enchape piso baño	
Enchape piso baño	194 m ²
Enchape zonas comunes	
Enchape zonas comunes	1959 m ²
Enchape terraza	
Enchape terraza	637 m ²
Total general	2790 m²

<Cuantificación de muros >

A	B
Tipo	Área
Enchape muro baños	
Enchape muro baños	909 m ²
Contra huella escalera	
Contra huella escalera	160 m ²
Estuco y pintura	
Estuco y pintura	5675 m ²
Friso	
Friso	10837 m ²
Muros ladrillo H10	
Muros ladrillo H10	12009 m ²
Muros ladrillo a la vista	
Muros ladrillo a la vista	5147 m ²
Tablilla tipo madera	
Tablilla tipo madera	81 m ²
Total general	49754 m²

<Cuantificación de Ventanas >

A	B
Tipo	Cantidad
Ventana calada 2.16 x 0.37 m	
Ventana calada 2.16 x 0.37 m	138
Ventanas 2.16 x 0.9 m	
Ventanas 2.16 x 0.9 m	78
Ventanas 1.5 x 0.5 m	
Ventanas 1.5 x 0.5 m	43
Ventanas 1.0 x 1.0 m	
Ventanas 1.0 x 1.0 m	126
Ventanas 1.5 x 1.2 m	
Ventanas 1.5 x 1.2 m	351
Ventanas 1.0 x 1.2 m	
Ventanas 1.0 x 1.2 m	85
Persiana 15 x 2 m	
Persiana 15 x 2 m	1
Ventana Lobby 4 x 2.65 m	
Ventana Lobby 4 x 2.65 m	1
Rejilla 0.7 x 0.4 m	
Rejilla 0.7 x 0.4 m	180
Total general	1003

<Cuantificación de Puertas >

A	B
Tipo	Cantidad
Puerta met 1.0 x 2.0 m ppal	
Puerta met 1.0 x 2.0 m ppal	160
Puerta terraza 1.2 x 2.10 m	
Puerta terraza 1.2 x 2.10 m	7
Puerta lobby 4 x 2.65 m	
Puerta lobby 4 x 2.65 m	1
Porton parqueadero 2.5 x 2.15 m	
Porton parqueadero 2.5 x 2.15 m	2
Puerta mad 0.7 x 2.0 m	
Puerta mad 0.7 x 2.0 m	168
Puerta plast 0.7 x 1.5 m	
Puerta plast 0.7 x 1.5 m	3
Total general	341

<Cuantificación de acero >

A	B
Tipo	Longitud
Barra N° 2	
Barra N° 2	18240 m
Barra N° 2.5	
Barra N° 2.5	36596.9 m
Barra N° 3	
Barra N° 3	726786.6 m
Barra N° 4	
Barra N° 4	73229.19 m
Barra N° 5	
Barra N° 5	110410.95 m
Barra N° 6	
Barra N° 6	70410.95 m
Barra N° 7	
Barra N° 7	2418.9 m
Barra N° 8	
Barra N° 8	42041.26 m
Total general	1080134.75 m

<Cuantificación de Concreto >

A	B
Tipo	Volumen
Concreto F'c 35 Mpa	
Concreto F'c 35 Mpa	1070.98 m³
Concreto F'c 28 Mpa	
Concreto F'c 28 Mpa	4827.1 m³
Concreto impermeabilizado para tanque	
Concreto impermeabilizado para tanque	107.7 m³
Mortero tradicional	
Mortero tradicional	312.27 m³
Mortero impermeabilizado	
Mortero impermeabilizado	19.11 m³
Solado 5 cm	
Solado 5 cm	42.9 m³
Total general	6380.06 m³

<Cuantificación de muros>

A	B
Tipo	Área
Enchape muro baños	
Enchape muro baños	909 m²
Contra huella escalera	
Contra huella escalera	160 m²
Estuco y pintura	
Estuco y pintura	14814 m²
Friso	
Friso	15814 m²
Muros ladrillo H10	
Muros ladrillo H10	16597 m²
Muros ladrillo Ladrillo a la vista	
Muros ladrillo a la vista	406 m²
Total general	32886 m²

<Cuantificación de Ventanas>

A	B
Tipo	Cantidad
Ventanas PVC 1.2 x 1.4 m	
Ventanas PVC 1.2 x 1.4 m	96
Ventanas PVC 1.5 x 1.2 m	
Ventanas PVC 1.5 x 1.2 m	629
Ventana calada parqueadero 15 x 2 m	
Ventana calada parqueadero 15 x 2 m	1
Ventana calada 4 x 2.65 m	
Ventana calada 4 x 2.65 m	1
Total general	727

<Cuantificación de Tubería>

A	B
Tipo	Longitud
Tubería a presión pvc de 2"	
Tubería a presión pvc de 2"	54 m
Tubo Galvanizado de 2"	
Tubo Galvanizado de 2"	12 m
Tubería a presión pvc de 3/4"	
Tubería a presión pvc de 3/4"	360 m
Tubería a presión pvc de 1/2"	
Tubería a presión pvc de 1/2"	5640 m
Tubería a presión CPVC de 1/2"	
Tubería a presión CPVC de 1/2"	1764 m
Total general	7830 m

<Cuantificación de Accesorios>

A	B
Tipo	Cantidad
Adaptador de Paso de PVC a Galvanizado	
Adaptador de Paso de PVC a Galvanizado	1
Tapon Galvanizado de 1/2"	
Tapon Galvanizado de 1/2"	640
Reduccion de 2" a 3"	
Reduccion de 2" a 3"	1
Medidores	
Medidores	160
Adaptador macho galvanizado de 1/2"	
Adaptador macho galvanizado de 1/2"	1600
Codo galvanizado de 1/2"	
Codo galvanizado de 1/2"	1600
Total general	4002

<Cuantificación de Tubería>

A	B
Tipo	Longitud
Tubería de PVC de 5/4"	
Tubería de PVC de 5/4"	360 m
Tubería de PVC de 2"	
Tubería de PVC de 2"	2118 m
Tubería de PVC de 3"	
Tubería de PVC de 3"	456 m
Tubería de PVC de 4"	
Tubería de PVC de 4"	264 m
Total general	3198 m

<Cuantificación de Tubería>

A	B
Tipo	Longitud
Tubería gas pe-al-pe de 1/2"	
Tubería gas pe-al-pe de 1/2"	5084 m
Total general: 5084	5084 m

<Cuantificación de Accesorios>

A	B
Tipo	Cantidad
Yee de 45° tubería de pvc de 2" a 3"	
Yee de 45° tubería de pvc de 2" a 3"	1120
Yee de 45° tubería de pvc de 5/4" a 3"	
Yee de 45° tubería de pvc de 5/4" a 3"	324
Tee de tubería de pvc de 4"-3"	
Tee de tubería de pvc de 4"-3"	165
Tee de tubería de pvc de 4"-2"	
Tee de tubería de pvc de 4"-2"	10
Sifón de 2"	
Sifón de 2"	830
Rejilla de 2"	
Rejilla de 2"	830
Caja de Inspeccion Sanitaria 1.5 x 1.5	
Caja de Inspeccion Sanitaria 1.5 x 1.5	1
Sanitarios	
Sanitarios	166
Lavamanos	
Lavamanos	166
Duchas	
Duchas	160
Meson en acero inoxidable	
Meson en acero inoxidable	160
Lavadero	
Lavadero	160
Lavatraperos	
Lavatraperos	2
Total general	3280

<Cuantificación de Accesorios>

A	B
Tipo	Cantidad
Caja Rectangular 2 cm x 4 cm Conduit	
Caja Rectangular 2 cm x 4 cm Conduit	4480
Caja octagonal 100 x 100 x 47 mm conduit	
Caja octagonal 100 x 100 x 47 mm conduit	1600
Contadores	
Contadores	161
Tablero Monofásico Enchufable 6 Circuitos 75Amp 120V C/Puerta	
Tablero Monofásico Enchufable 6 Circuitos 75Amp 120V C/Puerta	160
Tablero Monofásico Enchufable 6 Circuitos 75Amp 120V zona comun	
Tablero Monofásico Enchufable 6 Circuitos 75Amp 120V zona comun	30
Tacos para Tablero	
Tacos para Tablero	1005
Conmutable	
Conmutable	320
Caja electrica 2.0 x 1.5 m Trifásica	
Caja electrica 2.0 x 1.5 m Trifásica	1
Toma Coaxial	
Toma Coaxial	160
Ciñfonos	
Ciñfonos	160
Uniones para tubo pvc 1/2"	
Uniones para tubo pvc 1/2"	2060
Curva para tubo pvc 1/2" Conduit	
Curva para tubo pvc 1/2" Conduit	320
Interruptor Doble	
Interruptor Doble	320
Interruptor Simple	
Interruptor Simple	960
Tomacorriente doble para Cocina y Baño	
Tomacorriente doble para Cocina y Baño	480
Tomacorriente doble con polo a Tierra	
Tomacorriente doble con polo a Tierra	2400
Lamparas	
Lamparas	1600
Lamparas para Zonas Comunes	
Lamparas para Zonas Comunes	240
Uniones para tubo pvc 1/2"	
Uniones para tubo pvc 1/2"	1030
Curva para tubo pvc 1/2" Conduit	
Curva para tubo pvc 1/2" Conduit	160
Transformador electrico	
Transformador electrico	1
Posta electrico	
Posta electrico	1
Lampara de espacio Público	
Lampara de espacio Público	2
Total general	17647

<Cuantificación de Accesorios>		<Cuantificación de Tubería>	
A	B	A	B
Tipo	Cantidad	Tipo	Longitud
Valvula de Salida		Tubería PVC CONDUIT 1/2'	
Valvula de Salida	480	Tubería PVC CONDUIT 1/2'	33921 m
Codo Galvanizado de 1/2"		Cable N° 14 Para Polo a tierra	
Codo Galvanizado de 1/2"	320	Cable N° 14 Para Polo a tierra	18279 m
Llave de Paso Pe-al-pe de 1/2"		Cable N° 14 para Fase Neutra	
Llave de Paso Pe-al-pe de 1/2"	320	Cable N° 14 para Fase Neutra	18279 m
Adaptador de Pe al Pe a Galvanizado de 1/2"		Cable N° 8 para Fase	
Adaptador de Pe al Pe a Galvanizado de 1/2"	320	Cable N° 8 para Fase	18279 m
Contadores		Total general	88758 m
Contadores	160		
Total general: 1600	1600		

<Cuantificación de Tubería>		<Cuantificación de Accesorios>	
A	B	A	B
Tipo	Longitud	Tipo	Cantidad
Tubo galvanizado de 2"		Tee para tubo galvanizado 3"-2"	
Tubo galvanizado de 2"	72 m	Tee para tubo galvanizado 3"-2"	30
Tubo galvanizado de 3" x 1.9mm		Valvula de control de incendios	
Tubo galvanizado de 3" x 1.9mm	84 m	Valvula de control de incendios	30
Tubo metalico de 1"		Kit contra incendios	
Tubo metalico de 1"	12 m	Kit contra incendios	30
Tubo metalico de 1/2"		Hidrante	
Tubo metalico de 1/2"		Hidrante	2
Total general		Sismografo	
		Sismografo	1
		Siamesa	
		Siamesa	1
		Total general	94

Anexo E. Presupuestos (Convencional, Sostenible 1 Y Sostenible 2, Respectivamente)

PROYECTO DE GRADO PRESUPUESTO CASO CONVENCIONAL					FGP-01
					Versión 01
					Página 1 de 2
PRESUPUESTO					
NOMBRE DEL PROYECTO					
# EDT / WBS	CONCEPTO	UN	VALOR UNITARIO	CANTIDAD	SUBTOTAL ESTIMADO
1,1	Preliminares				\$ 1.944.401.946,00
	Diseños Previos				
1.1.1	Gestión y adquisición de predios y licencias	gb	\$ 1.500.000.000,00	1	\$ 1.500.000.000,00
1.1.2	Diseño Arquitectónico	gb	\$ 175.872.000,00	1	\$ 175.872.000,00
1.1.3	Diseño Estructural	gb	\$ 102.592.000,00	1	\$ 102.592.000,00
1.1.4	Diseños MEP	gb	\$ 29.312.000,00	1	\$ 29.312.000,00
	Campamento				
1.1.5	Suministro e instalación de campamento	m2	\$ 157.470,00	30	\$ 4.724.370,00
1.1.6	Valla Informativa Licencia 4 x 2	un	\$ 1.875.816,00	1	\$ 1.875.816,00
	Localización, trazado y Replanteo				
1.1.7	Localización, trazado y Replanteo	m2	\$ 4.417,00	800	\$ 3.533.600,00
1.1.8	Cerramiento en Polisombra	m1	\$ 24.204,00	40	\$ 968.160,00
1.1.9	Descapote a máquina	m2	\$ 7.030,00	800	\$ 5.624.000,00
	Bioseguridad				
1.1.10	Protocolo de bioseguridad	gl	\$ 69.600.000,00	1	\$ 69.600.000,00
1.1.11	Elementos de protección personal (EPP)	gb	\$ 48.000.000,00	1	\$ 48.000.000,00
	Inst. servicios provisionales				
1.1.12	Conexión a redes de servicios públicos provisionales	gb	\$ 1.220.000,00	1	\$ 1.220.000,00
1.1.13	Letrina	un	\$ 1.080.000,00	1	\$ 1.080.000,00
1,2	Excavaciones y cimentaciones				\$ 732.770.000,53
	Excavaciones y rellenos				
1.2.1	Excavación de materiales propios del sitio a máquina, incluye disposición final	m3	\$ 29.853,00	9120	\$ 272.259.360,00
1.2.2	Excavación de materiales propios del sitio a mano, incluye disposición final	m3	\$ 46.855,00	13	\$ 615.206,15
1.2.3	Relleno en material granular de mejoramiento para estructuras y nivelación.	m3	\$ 83.914,00	0	\$ -
1.2.4	Relleno con material proveniente de la excavación. Compactación mecánica	m3	\$ 22.358,00	1	\$ 22.358,00
	Cimentación-Aceros				
1.2.5	Suministro, figurado e instalación de acero de Zapatas Fy=420 Mpa	Kg	\$ 6.531,00	146	\$ 952.794,53
1.2.6	Suministro, figurado e instalación de acero de columnas Fy=420 Mpa	Kg	\$ 6.689,00	23036	\$ 154.087.804,00
1.2.7	Suministro, figurado e instalación de acero de Muros Estructurales Fy=420 Mpa	Kg	\$ 6.984,00	5135	\$ 35.862.840,00
	Cimentación-Concretos				
1.2.8	Encofrado y fundición de Zapatas en concreto de Fc=35 Mpa.	m3	\$ 705.082,00	3	\$ 1.819.111,56
1.2.9	Encofrado y fundición de columnas en concreto de Fc=35 Mpa.	m3	\$ 691.537,00	86	\$ 59.223.228,68
1.2.10	Encofrado y fundición de muros estructurales en concreto de Fc=35 Mpa.	m3	\$ 633.554,00	141	\$ 91.974.000,87
1.2.11	Construcción del soldado espesor 5cm	m3	\$ 435.768,00	43	\$ 18.944.447,20
1.2.12	Tanque en concreto impermeabilizado	m3	\$ 903.045,00	108	\$ 97.258.849,55
1,3	Estructura				\$ 9.723.913.155,04
	Aceros				
1.3.1	Suministro, figurado e instalación de acero de columnas Fy=420 Mpa	Kg	\$ 6.689,00	207325	\$ 1.386.796.925,00
1.3.2	Suministro, figurado e instalación de acero de Muros Estructurales Fy=420 Mpa	Kg	\$ 6.984,00	46217	\$ 322.779.528,00
1.3.3	Suministro, encofrado, figurado e instalación de acero de vigas Fy=420 Mpa	Kg	\$ 6.373,00	346990	\$ 2.211.369.535,03
1.3.4	Suministro, figurado e instalación de acero Fy=420 Mpa para placa de contrapiso	Kg	\$ 6.464,00	141033	\$ 911.634.726,40
1.3.5	Suministro, encofrado, figurado e instalación de acero para placas macizas de entrepiso Fy=420 Mpa	Kg	\$ 6.811,00	206184	\$ 1.404.319.234,00
1.3.6	Suministro, encofrado, figurado e instalación de acero para Rampas Fy=420 Mpa	Kg	\$ 6.380,00	9460	\$ 60.374.179,50
1.3.7	Suministro, figurado e instalación de acero (Fy=420 Mpa) y encofrado para escaleras	Kg	\$ 6.866,00	11136	\$ 76.458.183,09
	Concretos				
1.3.8	Encofrado y fundición de columnas en concreto de Fc=28 Mpa.	m3	\$ 660.034,00	792	\$ 522.753.528,34
1.3.9	Encofrado y fundición de muros estructurales en concreto de Fc=28 Mpa.	m3	\$ 622.050,00	568	\$ 353.280.866,50
1.3.10	Encofrado, fundición y desencofrado de vigas en concreto de Fc=28 Mpa	m3	\$ 689.044,00	1586	\$ 1.092.672.194,32
1.3.11	Encofrado, fundición y desencofrado de vigas en concreto de Fc=35 Mpa	m3	\$ 720.547,00	691	\$ 498.142.962,98
1.3.12	Encofrado y fundición de placa maciza de contrapiso en concreto de Fc=35 Mpa	m3	\$ 414.138,00	151	\$ 62.406.455,22
1.3.13	Encofrado y fundición de placa maciza de entrepiso, concreto Fc=28 Mpa	m3	\$ 357.817,00	1764	\$ 631.271.485,91
1.3.14	Encofrado y fundición de concreto en rampas, concreto Fc=28 Mpa	m3	\$ 257.817,00	47	\$ 16.820.977,17
1.3.15	Encofrado y fundición de escaleras (Fc=28 Mpa)	m3	\$ 470.086,00	70	\$ 32.971.832,04
1.3.16	Mortero afinado	m3	\$ 413.145,00	312	\$ 129.012.789,15
1.3.17	Mortero afinado impermeab.	m3	\$ 567.649,00	19	\$ 10.847.772,39
1,4	Mampostería y Pañetes				\$ 1.788.653.420,24
	Mampostería				
1.4.1	Mampostería en ladrillo de arcilla H-10	m2	\$ 64.198,00	17156	\$ 1.101.380.888,00
1.4.2	Alfaja concreto - cubierta	m1	\$ 38.022,00	152	\$ 5.779.344,00
1.4.3	Dintel mampostería	m1	\$ 34.771,00	1826	\$ 62.761.655,00
1.4.4	Columnetas	m1	\$ 27.437,00	1342	\$ 36.820.454,00
	Pañetes				
1.4.5	Friso liso muros interiores - p.f.drcul	m2	\$ 16.589,00	16253	\$ 269.621.017,00
1.4.6	Friso marcos (ptas-ventanas)	m2	\$ 16.589,00	391	\$ 6.486.299,00
	Pintura				
1.4.7	Estuco + intervinilo muros	m2	\$ 19.753,00	15196	\$ 300.166.588,00
1.4.8	Pintura caja medidores (acued)	m2	\$ 10.282,00	91	\$ 933.811,24
1.4.9	Pintura gabinete contraincendi	m2	\$ 10.282,00	27	\$ 277.614,00
1.4.10	Señalización piso parqueadero	m2	\$ 17.346,00	40	\$ 689.840,00
1.4.11	Señalización Vertical parqueadero	un	\$ 114.633,00	30	\$ 3.438.990,00
1.4.12	Pintura numeracion parqueadero	un	\$ 2.855,00	104	\$ 296.920,00
1,5	Pisos y enchapes				\$ 622.495.764,00
	Bases y Pisos				
1.5.1	Piso cerámico Zonas Comunes	m2	\$ 63.074,00	1959	\$ 123.561.966,00
1.5.2	Piso cerámico baño	m2	\$ 54.674,00	194	\$ 10.606.756,00
1.5.3	Piso cerámico Para terraza	m2	\$ 63.074,00	667	\$ 40.178.138,00
1.5.4	Dilataciones piso rampa sotano	m2	\$ 2.539,00	200	\$ 507.800,00
1.5.5	Bordillo ducha baño - desnivel	m1	\$ 49.866,00	160	\$ 7.978.560,00
	Enchapes y Cielo Raso				
1.5.6	Enchape de muros en cerámico (w: a) ducha	m2	\$ 57.509,00	909	\$ 52.275.681,00
1.5.7	Enchape de Zonas comunes (Contrahuella)	m2	\$ 63.074,00	160	\$ 10.091.840,00
1.5.8	Cielo raso en yeso laminado	m2	\$ 36.247,00	10409	\$ 377.295.023,00
1,6	Red hidráulica				\$ 96.153.212,00
	Red hidráulica				
1.6.1	Tubo Galvanizado de 2" x 6 m	un	\$ 115.228,00	9	\$ 1.037.052,00
1.6.2	Adaptador de Paso de PVC a Galvanizado	un	\$ 351.137,00	3	\$ 1.053.411,00
1.6.3	Adaptador de Paso de PVC a Galvanizado	un	\$ 32.612,00	1	\$ 32.612,00
1.6.4	Tapon Galvanizado de 1/2"	un	\$ 4.345,00	640	\$ 2.780.800,00
1.6.5	Tubería a presión pvc de 3/4" x 6 metros	un	\$ 63.114,00	60	\$ 3.786.840,00
1.6.6	Tubería a presión pvc de 1/2" x 6 metros (Interior)	un	\$ 29.367,00	940	\$ 27.604.980,00
1.6.7	Reducción de 2" a 3"	un	\$ 4.236,00	1	\$ 4.236,00
1.6.8	Medidores	pto	\$ 190.854,00	160	\$ 30.536.640,00
1.6.9	Salidas de Agua	un	\$ 10.197,00	1600	\$ 16.315.200,00
1.6.10	Tubería a presión CPVC de 1/2" x 6 metros (Interior)	un	\$ 45.417,00	294	\$ 13.352.598,00

PROYECTO DE GRADO PRESUPUESTO CASO CONVENCIONAL						FGP-01
						Versión 01
						Página 2 de 2
PRESUPUESTO						
NOMBRE DEL PROYECTO						
# EDT / WBS	CONCEPTO	UN	VALOR UNITARIO	CANTIDAD	SUBTOTAL ESTIMADO	
1,7	Red Sanitaria				\$ 312.790.821,00	
	Red sanitaria					
1.7.1	Prueba sanitaria estanqueidad	pto	\$ 433.529,00	25	\$	10.838.225,00
1.7.2	Tubería de PVC de 5/4" x 6 metros	Un	\$ 105.989,00	60	\$	6.359.340,00
1.7.3	Tubería de PVC de 2" x 6 metros	Un	\$ 79.151,00	353	\$	27.940.303,00
1.7.4	Tubería de PVC de 3" x 6 metros	Un	\$ 112.070,00	76	\$	8.517.320,00
1.7.5	Tubería de PVC de 4" x 6 metros	Un	\$ 118.254,00	44	\$	5.203.176,00
1.7.6	Yee de 45" tubería de pvc de 2" a 3"	Un	\$ 14.636,00	1120	\$	16.392.320,00
1.7.7	Yee de 45" tubería de pvc de 5/4" a 3"	Un	\$ 17.090,00	324	\$	5.537.160,00
1.7.8	Tee de tubería de pvc de 4"-3"	Un	\$ 26.186,00	165	\$	4.320.690,00
1.7.9	Tee de tubería de pvc de 4"-2"	Un	\$ 24.086,00	10	\$	240.860,00
1.7.10	Sifón de 2"	Un	\$ 5.605,00	830	\$	4.652.150,00
1.7.11	Rejilla de 2"	Un	\$ 6.812,00	830	\$	5.653.960,00
1.7.12	Caja de Inspeccion Sanitaria 1.5 x 1.5	Un	\$ 282.459,00	1	\$	282.459,00
	Aparatos Sanitarios y otros					
1.7.13	Sanitario	un	\$ 226.565,00	166	\$	37.609.790,00
1.7.14	Grifería para Ducha Sencilla Bilbao Cromo	un	\$ 90.684,00	160	\$	14.509.440,00
1.7.15	Suministro e instalación de lavadero en granito.	un	\$ 360.913,00	160	\$	57.746.080,00
1.7.16	Poceta lavatraperos	un	\$ 237.013,00	2	\$	474.026,00
1.7.17	Lavamanos	un	\$ 116.947,00	166	\$	19.413.202,00
1.7.18	Mesón en acero inoxidable + lavaplatos	Un	\$ 544.377,00	160	\$	87.100.320,00
1,8	Red Gas				\$ 141.899.340,00	
	Red de gas natural					
1.8.1	Valvula de Salida	un	\$ 33.453,00	480	\$	16.057.440,00
1.8.2	Tubería gas pe-al-pe de 1/2"	ml	\$ 6.525,00	5084	\$	33.173.100,00
1.8.3	Adaptador de Pe al Pe a Galvanizado de 1/2"	un	\$ 29.520,00	320	\$	9.446.400,00
1.8.4	Codo Galvanizado de 1/2"	un	\$ 9.465,00	320	\$	3.028.800,00
1.8.5	Clave de Paso Pe-al-pe de 1/2"	un	\$ 22.170,00	320	\$	7.094.400,00
1.8.6	Contadores	pto	\$ 456.870,00	160	\$	73.099.200,00
1,9	Diseño Eléctrico				\$ 1.973.579.317,00	
	Red electrica pncipal					
1.9.1	Cajas conduit para puntos eléctricos	Un	\$ 75.737,00	160	\$	12.117.920,00
1.9.2	Contadores	Un	\$ 219.574,00	161	\$	35.351.414,00
1.9.3	Tablero Monofásico Enchufable 6 Circuitos 75Amp 120V C/Puerta	Un	\$ 143.485,00	160	\$	22.957.600,00
1.9.4	Tablero Para zonas comunes por piso	Un	\$ 143.485,00	30	\$	4.304.550,00
1.9.5	Tacos para Tablero	Un	\$ 13.824,00	1005	\$	13.893.120,00
1.9.6	Conmutable	Un	\$ 301.653,00	320	\$	96.528.960,00
1.9.7	Alcometida eléctrica interna 2#12, tubería conduit 1/2"	ml	\$ 33.989,00	18279	\$	621.284.931,00
1.9.8	Interruptores-Tomacorrientes y Lamparas (por piso)	Un	\$ 565.567,00	160	\$	90.490.720,00
1.9.9	Caja electrica 2.0 x 1.5 m Trifásica	Un	\$ 66.813,00	1	\$	66.813,00
1.9.10	Transformador electrico	un	\$ 2.309.723,00	1	\$	2.309.723,00
1.9.11	Posta electrico	un	\$ 1.883.970,00	1	\$	1.883.970,00
1.9.12	Lampara de espacio Público	un	\$ 652.718,00	2	\$	1.305.436,00
	Cable Coaxial					
1.9.13	Toma Coaxial	Un	\$ 34.661,00	160	\$	3.945.760,00
1.9.14	Red PVC para cable Coaxial x Apartamento	Un	\$ 2.832.383,00	160	\$	453.181.280,00
	Citofono					
1.9.15	Citofonos	Un	\$ 63.069,00	160	\$	10.091.040,00
1.9.16	Red PVC para citofono x Apartamento	Un	\$ 3.774.163,00	160	\$	603.866.080,00
1,1	Urbanismo				\$ 560.437.475,00	
	Carpintería Madera					
1.10.1	Suministro e instalación de Puerta Triplex Okume (0.7 x 2.0 m) (Baño)	Un	\$ 217.381,00	164	\$	35.650.484,00
1.10.2	Suministro e instalación de Puerta plastica para división de (0.7 x 1.50) (Baño)	Un	\$ 159.323,00	3	\$	477.969,00
1.10.3	Suministro e instalación de Puertas otros (0.7 x 2.0 m)	Un	\$ 217.381,00	4	\$	869.524,00
1.10.4	Locker metálico 16 puestos gris de (0.200 x 0.123 x 0.30) m	un	\$ 1.002.042,00	10	\$	10.020.420,00
1.10.5	Tablilla de madera	m2	\$ 49.060,00	81	\$	3.973.860,00
	Carpintería Metálica					
1.10.6	Suministro e instalación de ventana tipo 1 (1.5 X1.4 m) marco en PVC y vidrio 4 mm.	Un	\$ 534.240,00	371	\$	198.203.040,00
1.10.7	Suministro e instalación de ventana tipo 2 (2.3 X 1.8 m) Fachada marco en PVC y vidrio 4 mm.	Un	\$ 1.053.216,00	48	\$	50.554.368,00
1.10.8	Suministro e instalación de ventana tipo 3 (1 x 1.4) Interna marco en PVC de vidrio 4mm	Un	\$ 356.160,00	144	\$	51.287.040,00
1.10.9	Suministro e instalación de ventana tipo 4 (1.2 x 1.5) Interna marco en PVC de vidrio 4mm	Un	\$ 318.000,00	81	\$	25.758.000,00
1.10.10	Suministro e instalación de ventana tipo 5 (1.5 x 2) persiana marco en PVC de vidrio 4mm	Un	\$ 9.222.000,00	1	\$	9.222.000,00
1.10.11	Suministro e instalación de ventana tipo 6 (4 x 2.65) lobby marco en PVC de vidrio 4mm.	Un	\$ 2.747.520,00	1	\$	2.747.520,00
1.10.12	Puerta Prepintada Sinfonia 1 x 2 m (Principal por apartamento)	Un	\$ 281.438,00	160	\$	45.030.080,00
1.10.13	Puerta Amalista 6 Paneles 1.2 x 2.10 Mts. Blanca Cr20 Ap. Derecha (Terraza)	Un	\$ 730.891,00	7	\$	5.116.237,00
1.10.14	Suministro e instalación de baranda de escalera	Un	\$ 464.345,00	55	\$	25.538.975,00
1.10.15	Puerta de Lobby entrada principal (4 x 2,65 m)	Un	\$ 2.892.000,00	1	\$	2.892.000,00
1.10.16	Puirtones tipo parqueadero	Un	\$ 2.763.323,00	2	\$	5.526.646,00
	Gabinete Galvanizados Contrincendios					
1.10.17	Tubo galvanizado de 2" x 1.9mm x 6m Z179	Un	\$ 255.629,00	12	\$	3.067.548,00
1.10.18	Tubo galvanizado de 3" x 1.9mm x 6m Z180	un	\$ 351.127,00	14	\$	4.915.778,00
1.10.19	Tee para tubo galvanizado 3"-2"	Un	\$ 32.126,00	30	\$	963.780,00
1.10.20	Valvula de control de incendios	Un	\$ 1.233.323,00	30	\$	36.999.690,00
1.10.21	Kit contra Incendios	Un	\$ 1.242.443,00	30	\$	37.273.290,00
1.10.22	Hidrante	Un	\$ 744.897,00	2	\$	1.489.794,00
1.10.23	Sismografo	un	\$ 1.359.323,00	1	\$	1.359.323,00
1.10.24	Tubo metalico de 1" x 6 m	ml	\$ 63.509,00	2	\$	127.018,00
1.10.25	Tubo metalico de 1/2" x 6m	ml	\$ 39.884,00	2	\$	79.768,00
1.10.26	Siamesa	un	\$ 1.293.323,00	1	\$	1.293.323,00
1,11	generales y otros				\$ 308.228.583,00	
1.11.1	Aseo General de la Obra	m2	\$ 5.037,00	14655	\$	73.817.235,00
1.11.2	Suministro e instalación de Ascensor Incluye instalación	Un	\$ 105.139.329,00	2	\$	210.278.658,00
1.11.3	Gimnasio	Un	\$ 24.132.690,00	1	\$	24.132.690,00
SUBTOTAL PRESUPUESTO						\$ 18.205.323.034
ADMINISTRACION (%)					0,32	5825703371
IMPREVISTOS (3%)					0,03	546159691
UTILIDAD (5%)					0,05	910266151,7
IVA SOBRE LA UTILIDAD (19%)					0,19	172950568,8
TOTAL CON AUI						\$ 25.660.402.816

PROYECTO DE GRADO PRESUPUESTO CASO SOSTENIBLE 1					FGP-01
					Versión 01
					Página 1 de 3
PRESUPUESTO					
NOMBRE DEL PROYECTO					
# EDT / WBS	CONCEPTO	UN	VALOR UNITARIO	CANTIDAD	SUBTOTAL ESTIMADO
1,1	Preliminares				\$ 1.979.401.946,00
	Diseños Previos				
1.1.1	Gestión y adquisición de predios y licencias	gb	\$ 1.535.000.000,00	1	\$ 1.535.000.000,00
1.1.2	Diseño Arquitectónico	gb	\$ 175.872.000,00	1	\$ 175.872.000,00
1.1.3	Diseño Estructural	gb	\$ 102.592.000,00	1	\$ 102.592.000,00
1.1.4	Diseños MEP	gb	\$ 29.312.000,00	1	\$ 29.312.000,00
	Campamento				
1.1.5	Suministro e instalación de campamento	m2	\$ 157.479,00	30	\$ 4.724.370,00
1.1.6	Valla Informaiva Licencia 4 x 2	Un	\$ 1.875.816,00	1	\$ 1.875.816,00
	Localización, trazado y Replanteo				
1.1.7	Localización, trazado y Replanteo	m2	\$ 4.417,00	800	\$ 3.533.600,00
1.1.8	Cerramiento en Polisolombra	ml	\$ 24.204,00	40	\$ 968.160,00
1.1.9	Descapote a maquina	m2	\$ 7.030,00	800	\$ 5.624.000,00
	Bioseguridad				
1.1.10	Protocolo de bioseguridad	gl	\$ 69.600.000,00	1	\$ 69.600.000,00
1.1.11	Elementos de protección personal (EPP)	gb	\$ 48.000.000,00	1	\$ 48.000.000,00
	Inst.servicios provisionales				
1.1.12	Conexión a redes de servicios públicos provisionales	gb	\$ 1.220.000,00	1	\$ 1.220.000,00
1.1.13	Letrina	Un	\$ 1.080.000,00	1	\$ 1.080.000,00
1,2	Excavaciones y cimentaciones				\$ 732.770.000,53
	Excavaciones y rellenos				
1.2.1	Excavación de materiales propios del sitio a máquina, incluye disposición final	m3	\$ 29.853,00	9120	\$ 272.259.360,00
1.2.2	Excavación de materiales propios del sitio a mano, incluye disposición final	m3	\$ 46.855,00	13	\$ 615.206,15
1.2.3	Relleno en material granular de mejoramiento para estructuras y nivelación.	m3	\$ 83.914,00	0	\$ -
1.2.4	Relleno con material proveniente de la excavación. Compactación mecánica	m3	\$ 22.358,00	1	\$ 22.358,00
	Cimentación-Aceros				
1.2.5	Suministro, figurado e instalación de acero de Zapatas Fy=420 Mpa	Kg	\$ 6.531,00	146	\$ 952.794,53
1.2.6	Suministro, figurado e instalación de acero de columnas Fy=420 Mpa	Kg	\$ 6.689,00	23036	\$ 154.087.804,00
1.2.7	Suministro, figurado e instalación de acero de Muros Estructurales Fy=420 Mpa	Kg	\$ 6.984,00	5135	\$ 35.862.840,00
	Cimentación-Concretos				
1.2.8	Encofrado y fundición de Zapatas en concreto de F'c=35 Mpa.	m3	\$ 705.082,00	3	\$ 1.819.111,56
1.2.9	Encofrado y fundición de columnas en concreto de F'c=35 Mpa.	m3	\$ 691.537,00	86	\$ 59.223.228,68
1.2.10	Encofrado y fundición de muros estructurales en concreto de F'c=35 Mpa.	m3	\$ 653.554,00	141	\$ 91.974.000,87
1.2.11	Construcción del salado espesor Som	m3	\$ 435.768,00	43	\$ 18.694.447,20
1.2.12	Tanque en concreto Impermeabilizado	m3	\$ 903.045,00	108	\$ 97.258.849,55
1,3	Estructura				\$ 9.723.913.155,04
	Aceros				
1.3.1	Suministro, figurado e instalación de acero de columnas Fy=420 Mpa	Kg	\$ 6.689,00	207325	\$ 1.386.796.925,00
1.3.2	Suministro, figurado e instalación de acero de Muros Estructurales Fy=420 Mpa	Kg	\$ 6.984,00	46217	\$ 322.779.528,00
1.3.3	Suministro, encofrado, figurado e instalación de acero de vigas Fy=420 Mpa	Kg	\$ 6.373,00	346990	\$ 2.211.389.535,03
1.3.4	Suministro, figurado e instalación de acero Fy=420 Mpa para placa de contrapiso	Kg	\$ 6.464,00	141033	\$ 911.634.726,40
1.3.5	Suministro, encofrado, figurado e instalación de acero para placas macizas de entripiso Fy=420 Mpa	Kg	\$ 6.811,00	206184	\$ 1.404.319.224,00
1.3.6	Suministro, encofrado, figurado e instalación de acero para Rampas Fy=420 Mpa	Kg	\$ 6.382,00	9460	\$ 60.374.179,50
1.3.7	Suministro, Figurado e instalación de acero (Fy=420 Mpa) y encofrado para escaleras	Kg	\$ 6.866,00	11136	\$ 76.458.183,09
	Concretos				
1.3.8	Encofrado y fundición de columnas en concreto de F'c=28 Mpa.	m3	\$ 660.034,00	792	\$ 522.753.528,34
1.3.9	Encofrado y fundición de muros estructurales en concreto de F'c=28 Mpa.	m3	\$ 622.050,00	568	\$ 353.280.856,50
1.3.10	Encofrado, fundición y desencofrado de vigas en concreto de F'c=28 Mpa	m3	\$ 689.044,00	1586	\$ 1.092.672.194,32
1.3.11	Encofrado, fundición y desencofrado de vigas en concreto de F'c=35 Mpa	m3	\$ 720.547,00	691	\$ 498.142.962,98
1.3.12	Encofrado y fundición de placa maciza de contrapiso en concreto de F'c=35 Mpa	m3	\$ 414.138,00	151	\$ 62.406.455,22
1.3.13	Encofrado y fundición de placa maciza de entripiso, concreto F'c=28 Mpa	m3	\$ 357.817,00	1764	\$ 631.271.485,91
1.3.14	Encofrado y fundición de concreto en rampas, concreto F'c=28 Mpa	m3	\$ 357.817,00	47	\$ 16.820.977,17
1.3.15	Encofrado y fundición de escaleras (F'c=28 Mpa)	m3	\$ 470.086,00	70	\$ 32.971.832,00
1.3.16	Mortero afinado	m3	\$ 413.145,00	312	\$ 129.012.789,15
1.3.17	Mortero afinado impermeab.	m3	\$ 567.649,00	19	\$ 10.847.772,39
1,4	Mampostería y Pañetes				\$ 1.623.387.961,24
	Mampostería				
1.4.1	Muros de Ladrillo a la vista	m2	\$ 85.198,00	5147	\$ 438.514.106,00
1.4.2	Mampostería en ladrillo H10	m2	\$ 64.198,00	12009	\$ 770.953.782,00
1.4.3	Alfaja concreto - cubierta	ml	\$ 38.022,00	152	\$ 5.779.344,00
1.4.4	Dintel - mampostería	ml	\$ 34.771,00	1805	\$ 62.761.655,00
1.4.5	Columnetas	ml	\$ 27.437,00	1342	\$ 36.820.454,00
1.4.6	Ventana Calada	m2	\$ 41.098,00	111	\$ 4.561.878,00
	Pañetes				
1.4.7	Friso liso muros interiores -p.f.círcul	m2	\$ 16.589,00	10837	\$ 179.774.993,00
1.4.8	Friso marcos (ptas-ventanas)	m2	\$ 16.589,00	391	\$ 6.486.299,00
	Pintura				
1.4.9	Estuco + intervinilo muros	m2	\$ 19.753,00	5675	\$ 112.098.275,00
1.4.10	Pintura caja medidores (acued)	m2	\$ 10.282,00	91	\$ 933.811,24
1.4.11	Pintura gabinete contraincendi	m2	\$ 10.282,00	27	\$ 277.614,00
1.4.12	Señalización piso parqueadero	m2	\$ 17.246,00	40	\$ 689.840,00
1.4.13	Señalización Vertical parqueadero	Un	\$ 114.633,00	30	\$ 3.438.990,00
1.4.14	Pintura numeración parqueadero	un	\$ 2.855,00	104	\$ 296.920,00
1,5	Pisos y enchapes				\$ 622.495.764,00
	Bases y Pisos				
1.5.1	Piso cerámico Zonas Comunes	m2	\$ 63.074,00	1959	\$ 123.561.966,00
1.5.2	Piso cerámico baño	m2	\$ 54.674,00	194	\$ 10.606.756,00
1.5.3	Piso cerámico Para terraza	m2	\$ 63.074,00	637	\$ 40.178.138,00
1.5.4	Dilataciones piso rampa sotano	m2	\$ 2.539,00	200	\$ 507.800,00
1.5.5	Bordillo ducha baño - desnivel	ml	\$ 49.866,00	160	\$ 7.978.560,00
	Enchapes y Cielo Raso				
1.5.6	Enchape de muros en cerámico (w :a) ducha	m2	\$ 57.509,00	909	\$ 52.275.681,00
1.5.7	Enchape de Zonas comunes (Contrahuella)	m2	\$ 63.074,00	160	\$ 10.091.840,00
1.5.8	Cielo raso en yeso laminado	m2	\$ 36.247,00	10409	\$ 377.295.023,00

PROYECTO DE GRADO PRESUPUESTO						FGP-01
						Versión 01
						Página 2 de 3
PRESUPUESTO						
NOMBRE DEL PROYECTO						
# EDT / WBS	CONCEPTO	UN	VALOR UNITARIO	CANTIDAD	SUBTOTAL ESTIMADO	
1,6	Red hidráulica				\$	96.153.212,00
1.6.1	Tubería a presión pvc de 2" x 6 metros	un	\$ 115.228,00	9	\$	1.037.052,00
1.6.2	Tubo Galvanizado de 2" x 6 m	un	\$ 851.127,00	2	\$	702.254,00
1.6.3	Adaptador de Paso de PVC a Galvanizado	un	\$ 32.612,00	1	\$	32.612,00
1.6.4	Tapon Galvanizado de 1/2"	un	\$ 4.345,00	640	\$	2.780.800,00
1.6.5	Tubería a presión pvc de 3/4" x 6 metros	un	\$ 63.114,00	60	\$	3.786.840,00
1.6.6	Tubería a presión pvc de 1/2" x 6 metros (Interior)	un	\$ 29.367,00	940	\$	27.604.980,00
1.6.7	Reduccion de 2" a 3"	un	\$ 4.236,00	1	\$	4.236,00
1.6.8	Medidores	pto	\$ 190.854,00	160	\$	30.536.640,00
1.6.9	Salidas de Agua	un	\$ 10.197,00	1600	\$	16.315.200,00
1.6.10	Tubería a presión CPVC de 1/2" x 6 metros (Interior)	un	\$ 45.417,00	294	\$	13.352.598,00
1,7	Red Sanitaria				\$	400.449.021,00
	Red sanitaria					
1.7.1	Prueba sanitaria estanqueidad	pto	\$ 433.529,00	25	\$	10.838.225,00
1.7.2	Tubería de PVC de 5/4" x 6 metros	un	\$ 105.989,00	60	\$	6.359.340,00
1.7.3	Tubería de PVC de 2" x 6 metros	un	\$ 79.151,00	353	\$	27.940.303,00
1.7.4	Tubería de PVC de 3" x 6 metros	un	\$ 112.070,00	76	\$	8.517.320,00
1.7.5	Tubería de PVC de 4" x 6 metros	un	\$ 118.254,00	44	\$	5.203.176,00
1.7.6	Tee de 45" tubería de pvc de 2" a 3"	un	\$ 14.636,00	1130	\$	16.393.330,00
1.7.7	Tee de 45" tubería de pvc de 5/4" a 3"	un	\$ 17.090,00	324	\$	5.537.160,00
1.7.8	Tee de tubería de pvc de 4"-3"	un	\$ 26.186,00	165	\$	4.320.690,00
1.7.9	Tee de tubería de pvc de 4"-2"	un	\$ 24.086,00	10	\$	240.860,00
1.7.10	Sifón de 2"	un	\$ 5.605,00	830	\$	4.652.150,00
1.7.11	Rejilla de 2"	un	\$ 6.812,00	830	\$	5.653.960,00
1.7.12	Caja de Inspección Sanitaria 1.5 x 1.5	un	\$ 282.459,00	1	\$	282.459,00
	Aparatos Sanitarios y otros					
1.7.13	Sanitario	un	\$ 724.265,00	166	\$	120.227.990,00
1.7.14	Grifería para Ducha Sencillo Bilbao Cromo	un	\$ 122.184,00	160	\$	19.549.440,00
1.7.15	Suministro e instalación de lavadero en granito.	un	\$ 960.913,00	160	\$	57.746.080,00
1.7.16	Puerta lavatraperos	un	\$ 237.013,00	2	\$	474.026,00
1.7.17	Lavamanos	un	\$ 116.947,00	166	\$	19.413.202,00
1.7.18	Mesón en acero inoxidable + lavaplatos	un	\$ 544.377,00	160	\$	87.100.320,00
1,8	Red Gas				\$	141.899.340,00
	Red de gas natural					
1.8.1	Valvula de Salida	un	\$ 33.453,00	480	\$	16.057.440,00
1.8.2	Tubería gas pe-al-pe de 1/2"	un	\$ 6.525,00	5084	\$	33.178.100,00
1.8.3	Adaptador de Pe al Pe a Galvanizado de 1/2"	un	\$ 29.520,00	320	\$	9.446.400,00
1.8.4	Codo Galvanizado de 1/2"	un	\$ 9.465,00	320	\$	3.028.800,00
1.8.5	Llave de Paso Pe-al-pe de 1/2"	un	\$ 22.170,00	320	\$	7.094.400,00
1.8.6	Contadores	pto	\$ 456.870,00	160	\$	73.099.200,00
1,9	Diseño Eléctrico				\$	2.013.507.317,00
	Red eléctrica principal					
1.9.1	Cajas conduit para puntos eléctricos	un	\$ 75.737,00	160	\$	12.117.920,00
1.9.2	Contadores	un	\$ 467.574,00	161	\$	75.79.414,00
1.9.3	Tablero Monofásico Enchufable 6 Circuitos 75Amp 120V C/Puerta	un	\$ 143.485,00	160	\$	22.957.600,00
1.9.4	Tablero Para zonas comunes por piso	un	\$ 143.485,00	30	\$	4.304.550,00
1.9.5	Tacos para Tablero	un	\$ 13.824,00	1005	\$	13.893.120,00
1.9.6	Comutabile	un	\$ 301.633,00	320	\$	96.528.960,00
1.9.7	Comedida eléctrica interna 2#12, tubería conduit 1/2"	un	\$ 33.989,00	18279	\$	621.284.931,00
1.9.8	Interruptores Tomacorrientes y Lámparas (por piso)	un	\$ 565.567,00	160	\$	90.490.720,00
1.9.9	Caja eléctrica 20x15 m Trifásica	un	\$ 66.813,00	1	\$	66.813,00
1.9.10	Transformador eléctrico	un	\$ 2.309.723,00	1	\$	2.309.723,00
1.9.11	Posta eléctrico	un	\$ 1.883.970,00	1	\$	1.883.970,00
1.9.12	Lámpara de espacio Público	un	\$ 652.718,00	2	\$	1.305.436,00
	Cable Coaxial					
1.9.13	Toma Coaxial	un	\$ 24.661,00	160	\$	3.945.760,00
1.9.14	Red PVC para cable Coaxial x Apartamento	un	\$ 2.832.383,00	160	\$	453.181.280,00
	Citofono					
1.9.15	Citofonos	un	\$ 63.069,00	160	\$	10.091.040,00
1.9.16	Red PVC para citofono x Apartamento	un	\$ 3.774.163,00	160	\$	603.866.080,00
1,1	Urbanismo				\$	510.653.183,00
	Carpintería Madera					
1.10.1	Suministro e instalación de Puerta Triplex Oluve 70x200 cm (Baño)	un	\$ 217.381,00	164	\$	35.650.484,00
1.10.2	Suministro e instalación de Puerta plástica para división de (0,7 x 1,50) (Baño)	un	\$ 159.323,00	9	\$	477.969,00
1.10.3	Suministro e instalación de Puertas otros	un	\$ 217.381,00	4	\$	869.524,00
1.10.4	Locker metálico 16 puestos gris de 200x120x30 cm	un	\$ 1.002.042,00	10	\$	10.020.420,00
1.10.5	Tabilla de madera	m2	\$ 49.060,00	81	\$	3.973.860,00
	Carpintería Metálica y PVC					
1.10.6	Suministro de ventana corrediza 1 (2.16 x 0.9 m) marco en pvc y vidrio 4 mm.	un	\$ 503.712,00	78	\$	39.289.536,00
1.10.7	Suministro de ventana corrediza 2 (1.5 x 0.5 m) marco en pvc y vidrio 4 mm.	un	\$ 190.800,00	43	\$	8.204.400,00
1.10.8	Suministro de ventana corrediza 3 (1.5 x 1.2 m) marco en pvc y vidrio 4 mm.	un	\$ 457.920,00	351	\$	160.729.920,00
1.10.9	Suministro de ventana corrediza 4 (1 x 1.2 m) marco en pvc y vidrio 4 mm.	un	\$ 305.280,00	211	\$	64.414.080,00
1.10.10	Suministro e instalación de ventana tipo 5 (1.5 x 2) persiana marco en pvc de vidrio 4mm	un	\$ 9.222.000,00	1	\$	9.222.000,00
1.10.11	Suministro e instalación de ventana corrediza (1.4 x 2.65) lobby marco en pvc de vidrio 4mm	un	\$ 2.747.520,00	1	\$	2.747.520,00
1.10.11	Suministro e instalación de rejilla plástica de ventilación	un	\$ 18.779,00	180	\$	3.380.220,00
1.10.12	Puerta Pregintada Sinfonia 100x200 cm (Principal por apartamento)	un	\$ 281.438,00	160	\$	45.030.080,00
1.10.13	Puerta Amatista 6 Paneles 1.20x2.10 Mts. Blanca C-20 Ap. Derecha (Terraza)	un	\$ 730.891,00	7	\$	5.116.237,00
1.10.14	Suministro e instalación de baranda de escalera	un	\$ 464.345,00	55	\$	25.538.975,00
1.10.15	Puerta de Lobby entrada principal (2,65 x 4)	un	\$ 2.892.000,00	1	\$	2.892.000,00
1.10.16	Portones tipo parqueadero	un	\$ 2.763.323,00	2	\$	5.526.646,00
	Gabinete Galvanizados Contrincendios					
1.10.17	Tubo galvanizado de 2" x 1.9mm x 6m 2179	un	\$ 255.629,00	12	\$	3.067.548,00
1.10.18	Tubo galvanizado de 3" x 1.9mm x 6m 2180	un	\$ 351.127,00	14	\$	4.915.778,00
1.10.19	Tee para tubo galvanizado 3"-2"	un	\$ 32.126,00	30	\$	963.780,00
1.10.20	Valvula de control de incendios	un	\$ 1.233.323,00	30	\$	36.999.690,00
1.10.21	Kit contra Incendios	un	\$ 1.242.443,00	30	\$	37.273.290,00
1.10.22	Hidrante	un	\$ 744.897,00	2	\$	1.489.794,00
1.10.23	Sismografo	un	\$ 1.359.323,00	1	\$	1.359.323,00
1.10.24	Tubo metalico de 1" x 6 m	un	\$ 63.509,00	2	\$	1.270.180,00
1.10.25	Tubo metalico de 1/2" x 6m	un	\$ 39.884,00	2	\$	79.768,00
1.10.26	Siamesa	un	\$ 1.293.323,00	1	\$	1.293.323,00
1,11	generales y otros				\$	308.228.583,00
1.11.1	Aseo General de la Obra	m2	\$ 5.037,00	14655	\$	73.817.235,00
1.11.2	Suministro e instalación de Ascensores Incluye instalación	un	\$ 105.139.329,00	2	\$	210.278.658,00
1.11.3	Gimnasio	un	\$ 24.132.690,00	1	\$	24.132.690,00
	SUBTOTAL PRESUPUESTO ADMINISTRACION (5%)					\$ 18.132.859.480
	IMPUESTOS (5%)				0,32	5.808.915.034,50
	UTILIDAD (5%)				0,03	544.585.784,48
	IVA SOBRE LA UTILIDAD (19%)				0,05	907.642.974,14
	TOTAL CON AUI				0,19	172.452.166,09
						\$ 25.586.455.441

PROYECTO DE GRADO PRESUPUESTO CASO SOSTENIBLE 2						FGP-01
						Versión 01
						Página 1 de 2
PRESUPUESTO						
NOMBRE DEL PROYECTO						
# EDT / WBS	CONCEPTO	UN	VALOR UNITARIO	CANTIDAD	SUBTOTAL ESTIMADO	
1.1	Preliminares				\$ 1.979.401.946,00	
	Diseños Previos					
1.1.1	Gestión y adquisición de predios y licencias	gb	\$ 1.535.000.000,00	1	\$	1.535.000.000,00
1.1.2	Diseño Arquitectónico	gb	\$ 175.872.000,00	1	\$	175.872.000,00
1.1.3	Diseño Estructural	gb	\$ 102.592.000,00	1	\$	102.592.000,00
1.1.4	Diseños MEP	gb	\$ 29.312.000,00	1	\$	29.312.000,00
	Campamento					
1.1.5	Suministro e instalación de campamento	m2	\$ 157.479,00	30	\$	4.724.370,00
1.1.6	Valla Informativa Licencia 4 x 2	Un	\$ 1.875.816,00	1	\$	1.875.816,00
	Localización, trazado y Replanteo					
1.1.7	Localización, trazado y Replanteo	m2	\$ 4.417,00	800	\$	3.533.600,00
1.1.8	Corramiento en Polisombra	ml	\$ 24.204,00	40	\$	968.160,00
1.1.9	Descapote a máquina	m2	\$ 7.030,00	800	\$	5.624.000,00
	Bioseguridad					
1.1.10	Protocolo de Bioseguridad	gl	\$ 69.600.000,00	1	\$	69.600.000,00
1.1.11	Elementos de protección personal (EPP)	gb	\$ 48.000.000,00	1	\$	48.000.000,00
	Inst. servicios provisionales					
1.1.12	Conexión a redes de servicios públicos provisionales	gb	\$ 1.220.000,00	1	\$	1.220.000,00
1.1.13	Letrina	Un	\$ 1.080.000,00	1	\$	1.080.000,00
1.2	Excavaciones y cimentaciones				\$ 732.770.000,53	
	Excavaciones y rellenos					
1.2.1	Excavación de materiales propios del sitio a máquina, incluye disposición final	m3	\$ 29.853,00	9120	\$	272.259.360,00
1.2.2	Excavación de materiales propios del sitio a mano, incluye disposición final	m3	\$ 46.855,00	13	\$	615.206,15
1.2.3	Relleno en material granular de mejoramiento para estructuras y nivelación.	m3	\$ 83.914,00	0	\$	-
1.2.4	Relleno con material proveniente de la excavación. Compactación mecánica	m3	\$ 22.358,00	1	\$	22.358,00
	Cimentación-Aceros					
1.2.5	Suministro, figurado e instalación de acero de Zapatas Fy=420 Mpa	Kg	\$ 6.531,00	146	\$	952.794,53
1.2.6	Suministro, figurado e instalación de acero de columnas Fy=420 Mpa	Kg	\$ 6.689,00	23036	\$	154.087.804,00
1.2.7	Suministro, figurado e instalación de acero de Muros Estructurales Fy=420 Mpa	Kg	\$ 6.984,00	5135	\$	35.862.840,00
	Comentación-Concretos					
1.2.8	Encofrado y fundición de Zapatas en concreto de F'c=35 Mpa.	m3	\$ 705.082,00	3	\$	1.819.111,56
1.2.9	Encofrado y fundición de columnas en concreto de F'c=35 Mpa.	m3	\$ 691.537,00	86	\$	59.223.228,68
1.2.10	Encofrado y fundición de muros estructurales en concreto de F'c=35 Mpa.	m3	\$ 653.554,00	141	\$	91.974.000,87
1.2.11	Construcción del solado espesor 5cm	m3	\$ 435.768,00	43	\$	18.694.447,20
1.2.12	Tanque en concreto Impermeabilizado	m3	\$ 903.045,00	108	\$	97.258.849,55
1.3	Estructura				\$ 9.723.913.155,04	
	Aceros					
1.3.1	Suministro, figurado e instalación de acero de columnas Fy=420 Mpa	Kg	\$ 6.689,00	207325	\$	1.386.796.925,00
1.3.2	Suministro, figurado e instalación de acero de Muros Estructurales Fy=420 Mpa	Kg	\$ 6.984,00	46217	\$	322.779.538,00
1.3.3	Suministro, encofrado, figurado e instalación de acero de vigas Fy=420 Mpa	Kg	\$ 6.373,00	346990	\$	2.211.369.535,00
1.3.4	Suministro, figurado e instalación de acero Fy=420 Mpa para placa de contrapiso	Kg	\$ 6.464,00	141033	\$	911.634.736,40
1.3.5	Suministro, encofrado, figurado e instalación de acero para placas macizas de entrepiso Fy=420 Mpa	Kg	\$ 6.811,00	206184	\$	1.404.313.234,00
1.3.6	Suministro, encofrado, figurado e instalación de acero para Rampas Fy=420 Mpa	Kg	\$ 6.382,00	9460	\$	60.374.179,50
1.3.7	Suministro, Figurado e instalación de acero (Fy=420 Mpa) y encofrado para escaleras	Kg	\$ 6.866,00	11136	\$	76.458.183,00
	Concretos					
1.3.8	Encofrado y fundición de columnas en concreto de F'c=28 Mpa.	m3	\$ 660.034,00	792	\$	522.753.528,34
1.3.9	Encofrado y fundición de muros estructurales en concreto de F'c=28 Mpa.	m3	\$ 622.050,00	568	\$	353.280.856,50
1.3.10	Encofrado, fundición y desencofrado de vigas en concreto de F'c=28 Mpa	m3	\$ 689.044,00	1586	\$	1.092.672.194,32
1.3.11	Encofrado, fundición y desencofrado de vigas en concreto de F'c=35 Mpa	m3	\$ 720.547,00	691	\$	498.142.962,58
1.3.12	Encofrado y fundición de placa maciza de contrapiso en concreto de F'c=35 Mpa	m3	\$ 414.138,00	151	\$	62.406.455,22
1.3.13	Encofrado y fundición de placa maciza de entrepiso, concreto F'c=28 Mpa	m3	\$ 357.817,00	1764	\$	631.271.485,91
1.3.14	Encofrado y fundición de concreto en rampas, concreto F'c=28 Mpa	m3	\$ 357.817,00	47	\$	16.820.977,17
1.3.15	Encofrado y fundición de escaleras (F'c=28 Mpa)	m3	\$ 470.086,00	70	\$	32.971.832,04
1.3.16	Mortero afinado	m3	\$ 413.145,00	312	\$	129.012.789,15
1.3.17	Mortero afinado impermeab.	m3	\$ 567.649,00	19	\$	10.847.772,39
1.4	Mampostería y Pañetes				\$ 1.770.195.764,04	
	Mampostería					
1.4.1	Muros h10	m2	\$ 61.048,00	16597	\$	1.013.213.656,00
1.4.2	Alfaja concreto - cubierta	ml	\$ 38.022,00	152	\$	5.779.344,00
1.4.3	Dintel - mampostería	ml	\$ 34.771,00	1805	\$	62.761.655,00
1.4.4	Columnetas	ml	\$ 27.437,00	1342	\$	36.820.454,00
1.4.5	Ventana Calada	m2	\$ 41.098,00	41	\$	1.668.578,80
1.4.6	Ladrillo a la vista	m2	\$ 85.198,00	406	\$	34.590.388,00
	Pañetes					
1.4.7	Friso liso muros interiores -p.f.círcul	m2	\$ 16.589,00	15814	\$	262.338.446,00
1.4.8	Friso marcos (ptas-ventanas)	m2	\$ 16.589,00	391	\$	6.486.299,00
	Pintura					
1.4.9	Estuco + intervinilo muros	m2	\$ 23.012,00	14834	\$	340.899.768,00
1.4.10	Pintura caja medidores (acued)	m2	\$ 10.282,00	91	\$	933.811,24
1.4.11	Pintura gabinete contraincendi	m2	\$ 10.282,00	27	\$	277.614,00
1.4.12	Sellado piso parqueadero	m2	\$ 17.246,00	40	\$	689.840,00
1.4.13	Sellado vertical parqueadero	Un	\$ 114.633,00	30	\$	3.438.990,00
1.4.14	Pintura numeración parqueadero	un	\$ 2.855,00	104	\$	296.920,00
1.5	Pisos y enchapes				\$ 622.495.764,00	
	Bases y Pisos					
1.5.1	Piso cerámico Zonas Comunes	m2	\$ 63.074,00	1959	\$	123.561.966,00
1.5.2	Piso cerámico baño	m2	\$ 54.674,00	194	\$	10.606.756,00
1.5.3	Piso cerámico Para terraza	m2	\$ 63.074,00	637	\$	40.178.138,00
1.5.4	Dilataciones piso rampa sotano	m2	\$ 2.539,00	200	\$	507.800,00
1.5.5	Bordillo ducha baño - desnivel	ml	\$ 49.866,00	160	\$	7.978.560,00
	Enchapes y Cielo Raso					
1.5.6	Enchape de muros en cerámico (w : a) ducha	m2	\$ 57.509,00	909	\$	52.275.681,00
1.5.7	Enchape de Zonas comunes (Contrahuella)	m2	\$ 63.074,00	160	\$	10.091.840,00
1.5.8	Cielo raso en yeso laminado	m2	\$ 36.247,00	10409	\$	377.295.023,00
1.6	Red hidráulica				\$ 96.153.212,00	
	Red hidráulica					
1.6.1	Tubería a presión pvc de 2" x 6 metros	Un	\$ 115.228,00	9	\$	1.037.052,00
1.6.2	Tubo Galvanizado de 2" x 6 m	Un	\$ 351.127,00	2	\$	702.254,00
1.6.3	Adaptador de Paso de PVC a Galvanizado	Un	\$ 32.612,00	1	\$	32.612,00
1.6.4	Tapon Galvanizado de 1/2"	un	\$ 4.345,00	640	\$	2.780.800,00
1.6.5	Tubería a presión pvc de 3/4" x 6 metros	un	\$ 63.114,00	60	\$	3.786.840,00
1.6.6	Tubería a presión pvc de 1/2" x 6 metros (Interior)	Un	\$ 29.367,00	940	\$	27.604.980,00
1.6.7	Reducción de 2" a 3"	Un	\$ 4.236,00	1	\$	4.236,00
1.6.8	Medidores	pto	\$ 190.854,00	160	\$	30.536.640,00
1.6.9	Salidas de Agua	Un	\$ 10.197,00	1600	\$	16.315.200,00
1.6.10	Tubería a presión CPVC de 1/2" x 6 metros (Interior)	Un	\$ 45.417,00	294	\$	13.352.598,00

PROYECTO DE GRADO PRESUPUESTO CASO SOSTENIBLE 2					FGP-01
					Versión 01
					Página 2 de 2
PRESUPUESTO					
NOMBRE DEL PROYECTO					
# EDT / WBS	CONCEPTO	UN	VALOR UNITARIO	CANTIDAD	SUBTOTAL ESTIMADO
1,7	Red Sanitaria				\$ 336.196.581,00
	Red sanitaria				
1.7.1	Prueba sanitaria estanqueidad	pto	\$ 433.529,00	25	\$ 10.838.225,00
1.7.2	Tubería de PVC de 5/4" x 6 metros	Un	\$ 105.989,00	60	\$ 6.359.340,00
1.7.3	Tubería de PVC de 2" x 6 metros	Un	\$ 79.151,00	353	\$ 27.940.303,00
1.7.4	Tubería de PVC de 3" x 6 metros	Un	\$ 112.070,00	76	\$ 8.517.320,00
1.7.5	Tubería de PVC de 4" x 6 metros	Un	\$ 118.254,00	44	\$ 5.203.176,00
1.7.6	Yee de 45" tubería de pvc de 2" a 3"	Un	\$ 14.636,00	1120	\$ 16.392.320,00
1.7.7	Yee de 45" tubería de pvc de 5/4" a 3"	Un	\$ 17.090,00	324	\$ 5.537.160,00
1.7.8	Tee de tubería de pvc de 4"-3"	Un	\$ 26.186,00	165	\$ 4.320.690,00
1.7.9	Tee de tubería de pvc de 4"-2"	Un	\$ 24.086,00	10	\$ 240.860,00
1.7.10	Sifón de 2"	Un	\$ 5.605,00	830	\$ 4.652.150,00
1.7.11	Rejilla de 2"	Un	\$ 6.812,00	830	\$ 5.653.960,00
1.7.12	Caja de Inspeccion Sanitaria 1.5 x 1.5	Un	\$ 282.459,00	1	\$ 282.459,00
	Aparatos Sanitarios y otros				
1.7.13	Sanitario	un	\$ 312.665,00	166	\$ 51.902.390,00
1.7.14	Grifería para Ducha Sencilla Bilbao Cromo	un	\$ 122.184,00	160	\$ 19.549.440,00
1.7.15	Suministro e instalación de lavadero en granito.	un	\$ 360.913,00	160	\$ 57.746.080,00
1.7.16	Poceta lavatraperos	un	\$ 237.013,00	2	\$ 474.026,00
1.7.17	Lavamanos	Un	\$ 118.207,00	166	\$ 19.622.362,00
1.7.18	Mesón en acero inoxidable + lavaplatos	Un	\$ 568.527,00	160	\$ 90.964.320,00
1,8	Red Gas				\$ 141.899.340,00
	Red de gas natural				
1.8.1	Valvula de Salida	un	\$ 33.453,00	480	\$ 16.057.440,00
1.8.2	Tubería gas pe-al-pe de 1/2"	ml	\$ 6.575,00	5084	\$ 33.173.100,00
1.8.3	Adaptador de Fe al Pe a Galvanizado de 1/2"	un	\$ 29.520,00	320	\$ 9.446.400,00
1.8.4	Codo Galvanizado de 1/2"	un	\$ 9.465,00	320	\$ 3.028.800,00
1.8.5	Llave de Paso Fe-al-pe de 1/2"	un	\$ 22.170,00	320	\$ 7.094.400,00
1.8.6	Contadores	pto	\$ 456.870,00	160	\$ 73.099.200,00
1,9	Diseño Eléctrico				\$ 1.984.894.037,00
	Red electrica pincipal				
1.9.1	Cajas conduit para puntos eléctricos	Un	\$ 75.737,00	160	\$ 12.117.920,00
1.9.2	Contadores	Un	\$ 219.574,00	161	\$ 35.351.414,00
1.9.3	Tablero Monofásico Enchufable 6 Circuitos 75Amp 120V C/Puerta	Un	\$ 143.485,00	160	\$ 22.957.600,00
1.9.4	Tablero Para zonas comunes por piso	Un	\$ 143.485,00	30	\$ 4.304.550,00
1.9.5	Tacos para Tablero	Un	\$ 13.824,00	1005	\$ 13.893.120,00
1.9.6	Conmutable	Un	\$ 301.653,00	320	\$ 96.528.960,00
1.9.7	Acometida eléctrica interna 2#12, tubería conduit 1/2"	ml	\$ 33.989,00	18279	\$ 621.284.931,00
1.9.8	Interruptores-Tomacorrientes y Lámparas (por piso)	Un	\$ 636.284,00	160	\$ 101.805.440,00
1.9.9	Caja eléctrica 2.0x1.5 m Trifásica	Un	\$ 66.813,00	1	\$ 66.813,00
1.9.10	Transformador electrico	un	\$ 2.309.723,00	1	\$ 2.309.723,00
1.9.11	Posta electrico	un	\$ 1.883.970,00	1	\$ 1.883.970,00
1.9.12	Lampara de espacio Publico	un	\$ 652.718,00	2	\$ 1.305.436,00
	Cable Coaxial				
1.9.13	Toma Coaxial	Un	\$ 24.661,00	160	\$ 3.945.760,00
1.9.14	Red PVC para cable Coaxial x Apartamento	Un	\$ 2.832.383,00	160	\$ 453.181.280,00
	Citofono				
1.9.15	Citofonos	Un	\$ 63.069,00	160	\$ 10.091.040,00
1.9.16	Red PVC para citofono x Apartamento	Un	\$ 3.774.163,00	160	\$ 603.866.080,00
1,1	Urbanismo				\$ 610.178.262,00
	Carpintería Madera				
1.10.1	Suministro e instalación de Puerta Triplex Okume 70x200 cm (Baño)	Un	\$ 217.381,00	164	\$ 35.650.484,00
1.10.2	Suministro e instalación de Puerta plastica para división de (0,7 x 1,50) (Baño)	Un	\$ 159.323,00	3	\$ 477.969,00
1.10.3	Suministro e instalación de Puertas otros	Un	\$ 217.381,00	4	\$ 869.524,00
1.10.4	Locker metálico 16 puestos gris de 200x123x30 cm	Un	\$ 1.002.042,00	10	\$ 10.020.420,00
1.10.5	Tablilla de madera	m2	\$ 49.060,00	81	\$ 3.973.860,00
	Carpintería Metálica				
1.10.6	Suministro de ventana correzida 1 (2 x 1,4 m) marco en pvc y vidrio 4 mm.	Un	\$ 1.053.216,00	96	\$ 101.108.736,00
1.10.7	Suministro de ventana correzida 2 (1,5 x 1,2 m) marco en pvc y vidrio 4 mm.	Un	\$ 457.920,00	629	\$ 288.031.680,00
1.10.8	Puerta Prepintada Sinfonia 100x200 cm (Principal por apartamento)	Un	\$ 281.438,00	160	\$ 45.030.080,00
1.10.9	Puerta Amatista 6 Paneles 0.80x2.10 Mts. Blanca C/20 Ap. Derecha (Terraza)	Un	\$ 498.368,00	7	\$ 3.488.576,00
1.10.10	Suministro e instalación de baranda de escalera	Un	\$ 464.345,00	55	\$ 25.538.975,00
1.10.11	Puerta de Lobby entrada principal (2,65 x 4)	Un	\$ 2.892.000,00	1	\$ 2.892.000,00
1.10.12	Portones tipo parqueadero	Un	\$ 2.763.323,00	2	\$ 5.526.646,00
	Gabinete Galvanizados Contrincendios				
1.10.13	Tubo galvanizado de 2" x 1.9mm x 6m Z179	Un	\$ 255.629,00	12	\$ 3.067.548,00
1.10.14	Tubo galvanizado de 3" x 1.9mm x 6m Z180	un	\$ 351.127,00	14	\$ 4.915.778,00
1.10.15	Tee para tubo galvanizado 3"-2"	Un	\$ 32.126,00	30	\$ 963.780,00
1.10.16	Valvula de control de Incendios	Un	\$ 1.233.323,00	30	\$ 36.999.690,00
1.10.17	Kit contra Incendios	Un	\$ 1.242.443,00	30	\$ 37.273.290,00
1.10.18	Hidrante	Un	\$ 744.897,00	2	\$ 1.489.794,00
1.10.19	Sismografo	un	\$ 1.359.323,00	1	\$ 1.359.323,00
1.10.20	Tubo metalico de 1" x 6 m	ml	\$ 63.509,00	2	\$ 127.018,00
1.10.21	Tubo metalico de 1/2" x 6m	ml	\$ 39.884,00	2	\$ 79.768,00
1.10.22	Siamesa	un	\$ 1.293.323,00	1	\$ 1.293.323,00
1,11	generales y otros				\$ 308.228.583,00
1.11.1	Aseo General de la Obra	m2	\$ 5.037,00	14655	\$ 73.817.235,00
1.11.2	Suministro e instalación de Ascensor Incluye instalación	Un	\$ 105.139.329,00	2	\$ 210.278.658,00
1.11.3	Gimnasio	Un	\$ 24.132.690,00	1	\$ 24.132.690,00
SUBTOTAL PRESUPUESTO					\$ 18.306.326.645
ADMINISTRACION (%)					0,32
IMPREVISTOS (3%)					0,03
UTILIDAD (5%)					0,05
IVA SOBRE LA UTILIDAD (19%)					0,19
TOTAL CON AII					\$ 25.802.767.406