Análisis del diseño de espacios sostenibles en el residencial Rubén Darío ubicado en el municipio de Managua, Nicaragua.

Monografía para optar al título de Arquitecto

Autores:

Br. Jesmari Judit Hernández Munguía

Br. Jean Pierre Ortiz Paz

Br. Gabriel Antonio Lechado Díaz

Asesor:

Ing. Javier Delgado

Tutor:

Arq. Cinthya Díaz Guevara

Managua, Nicaragua, julio 2026

Acrónimos y siglas

Sigla	Significado
ALMA	Alcaldía de Managua
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
BREEAM	Building Research Establishment Environmental Assessment Method
EDGE	Excellence in Design for Greater Efficiencies
HQE	Haute Qualité Environnementale
IEQ	Indoor Environmental Quality (Calidad Ambiental Interior)
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
ONU	Organización de las Naciones Unidas
ONU-Hábitat	Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos
PNDH	Plan Nacional de Desarrollo Humano
RCD	Residuos de Construcción y Demolición
UNICIT	Universidad Iberoamericana de Ciencia y Tecnología
UNI	Universidad Nacional de Ingeniería
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura

Dedicatoria

Br. Jesmari Judit Hernández Munguía

Dedico este trabajo, en primer lugar, a Dios y a la Santísima Virgen María, por iluminar mi camino, darme fortaleza en los momentos de dificultad y bendecirme con la oportunidad de culminar esta importante etapa de mi vida.

A mi mamá, por ser mi mayor ejemplo de amor, esfuerzo y perseverancia. Gracias por cada sacrificio, por creer en mí en todo momento y por brindarme tu apoyo incondicional. Este logro también es tuyo.

A mi familia, por estar presente a lo largo de este camino, por sus palabras de aliento, su cariño y la confianza que siempre depositaron en mí.

A mis amigos, quienes hicieron este proceso más llevadero con su compañía, apoyo y motivación. Gracias por compartir conmigo cada reto y cada alegría durante esta etapa.

Finalmente, me dedico este logro a mí misma, por no rendirme, por mantener la fe incluso en los momentos más difíciles y por demostrarme que, con esfuerzo, disciplina y perseverancia, los sueños sí pueden hacerse realidad.

Con profundo agradecimiento, dedico este trabajo a todas las personas que fueron parte de este camino y que contribuyeron, de una u otra manera, a hacer posible el cumplimiento de esta meta.

Br. Jean Pierre Ortiz Paz

A Dios y a la Virgen Santísima, por ser la fuente de mi fortaleza, sabiduría y guía durante todas las etapas de mi vida también de este proceso académico. Por brindarme la oportunidad de terminar esta meta y por acompañarme en cada paso con su amor y bendición.

A mi familia por estar en todo momento a mi lado es este proceso de estudios, y especialmente a mis abuelas y mi abuelo que ya no se encuentra con nosotros, pero sé que ellos se alegrarían de este logro.

A Princesa y Sasha que también a ellas se lo dedico, sin su compañía en cada día de desvelo y de trasnochar y darme fuerza en los momentos difíciles.

Finalmente, dedico este trabajo a mis compañeros de proyectos que están a la par mía sin ellos no llegaría lo que hoy termina con satisfacción y gratitud.

Br. Gabriel Antonio Lechado Díaz

En primer lugar, agradezco profundamente a Dios por brindarme la vida, la sabiduría, la fortaleza y la perseverancia necesarias para culminar esta importante etapa de mi formación profesional. Sus bendiciones han sido el fundamento que me permitió superar cada desafío y alcanzar esta meta. Expreso mi más sincero agradecimiento a todas las personas que, de una u otra manera, contribuyeron a mi crecimiento académico y profesional. A mis docentes, mentores y compañeros, gracias por compartir sus conocimientos, experiencias y enseñanzas, las cuales han dejado una huella invaluable en mi desarrollo.

A mi novia, gracias por tu amor, comprensión, paciencia y apoyo incondicional durante este proceso. Tu compañía, tus palabras de aliento y la confianza que siempre depositaste en mí fueron una fuente constante de motivación para seguir adelante, incluso en los momentos más difíciles.

A mis papás y a mi familia, les agradezco por su amor, sus sacrificios y el respaldo incondicional que me han brindado a lo largo de mi vida. Gracias por creer en mí, por impulsarme a perseguir mis sueños y por ser el pilar que me sostuvo en cada etapa de este camino. Este logro también les pertenece a ustedes.

Finalmente, agradezco a todas aquellas personas que, de manera directa o indirecta, hicieron posible la culminación de este proyecto. Cada consejo, palabra de ánimo y gesto de apoyo contribuyó a que hoy pueda alcanzar esta meta con orgullo y gratitud.

A todos, muchas gracias.

Agradecimiento

En primer lugar, agradecemos a Dios por su bondad, por brindarnos sabiduría, fortaleza, paciencia y perseverancia durante este proceso académico. Su guía fue fundamental para poder superar cada reto y lograr alcanzar esta importante meta profesional.

A nuestros padres y hermanos, por su amor, apoyo constante, comprensión y palabras de aliento durante cada etapa de nuestra formación académica. Gracias por creer en nosotros, por acompañarnos en los momentos de dificultad y por motivarnos a seguir adelante hasta alcanzar esta meta tan importante.

Expresamos nuestro más sincero agradecimiento a nuestro tutor de tesis, ARQ. Cinthya Díaz Guevara, por su orientación, paciencia, compromiso y valiosos consejos y conocimientos compartidos durante el proceso de investigación. Sus recomendaciones y acompañamiento fueron importantes para la culminación exitosa de este trabajo.

De manera especial, extendemos el reconocimiento los ING. Del residencial Rubén Darío, por su disposición, apoyo y colaboración durante el proceso investigativo. Gracias por abrirnos las puertas al residencial y compartir sus experiencias relacionadas en la construcción, contribuyendo significativamente al desarrollo de esta investigación.

Finalmente, gracias a todas las personas, que, de manera directa o indirecta, ayudaron a la realización de este trabajo de investigación. Sin su apoyo, confianza y colaboración no hubiéramos podido realizar este proyecto monográfico con el tema: “Análisis del diseño de espacios sostenibles en el residencial Rubén Darío ubicado en el municipio de Managua, Nicaragua”.

Jesmari Judit Hernández Munguía

Jean Pierre Ortiz Paz

Gabriel Antonio Lechado Díaz

Resumen

El presente trabajo de investigación evaluó la integración de criterios de sostenibilidad en el diseño urbano y arquitectónico del Residencial Rubén Darío en Managua, Nicaragua (2024-2026). El objetivo principal fue analizar en qué medida este proyecto incorpora estrategias ecorresponsables ante el acelerado crecimiento inmobiliario actual. Metodológicamente, se adoptó un enfoque cualitativo apoyado de manera complementaria en datos métricos cuantitativos para el procesamiento de la información. La recolección de datos incluyó fichas de observación, entrevistas a profesionales expertos y análisis comparativos mediante matrices de sostenibilidad normativa.

Con el propósito de identificar las brechas existentes en el desarrollo habitacional, la evaluación determinó que el residencial cumple con las normativas estructurales y de seguridad vigentes. Sin embargo, se detectaron limitaciones críticas en el uso de estrategias bioclimáticas, infraestructura verde y materiales sostenibles. Estos hallazgos exponen cómo la ausencia de dichos criterios afecta el confort térmico e incrementa el consumo energético, evidenciando la necesidad de fortalecer la gestión ambiental desde la fase constructiva.

Finalmente, se formulan lineamientos técnicos orientados a la optimización de futuros desarrollos habitacionales. Se propone una guía metodológica que integra ecotecnologías, diseño pasivo y gestión eficiente de recursos, aspirando a convertirse en un referente práctico para desarrolladores y diseñadores en la promoción de un modelo residencial en armonía con el entorno natural.

ÍNDICE

Acrónimos y siglas 2
Dedicatoria 3
Agradecimiento 5
Resumen 6
1. Introducción 10
2. Contextualización del problema 11
3. Planteamiento del problema 15
4. Justificación 16
4.1 Justificación teórica 16
4.2 Justificación metodológica 17
4.3 Factibilidad 18
4.4 Viabilidad 18
5. Objetivos 20
6. Hipótesis 21
7. Alcance y limitaciones 22
7.1 Alcances 22
7.2 Limitaciones 22
8. Marco Teórico 25
8.1 Estado del arte 25
8.2 Perspectiva teórica asumida 25
8.3 Revisión de literatura previa 26
8.4 Marco conceptual 27
8.5 Marco normativo internacional y nacional 27
8.6 Variables e Indicadores 29
Tabla 1. Matriz de Operacionalización de Variables e Indicadores Técnicos 29
9. Metodología de la investigación 30
9.2 Diseño de investigación 30
9.3 Población y muestra 31

9.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos 32
9.4.1 Entrevistas estructuradas 32
Tabla 2. *Condiciones climáticas* 33
9.5 Procedimientos 34
9.6 Técnicas de análisis estadístico y normativo 34
9.7 Análisis de datos 35
9.8 Consideraciones éticas 35
10. Resultados 36
Figura 1. Causas y efectos 36
Tabla 3. Matriz Frecuencial de Ocupación y Componentes de Confort Pasivo 37
Figura 2. Planta arquitectónica del lote 49 37
Figura 3. Elevación estructural 38
Figura 4 38
Figura 5. Plano de conjunto 39
Figura 6. Mapa de análisis espacial, radios de cobertura y conectividad urbana del sector. 40
Tabla 4. *Matriz de Evaluación: Viviendas* 41
Tabla 5. *Matriz de Evaluación: Urbanización* 42
Tabla 6. Matriz FODA Macro: *Entorno Urbanístico y Ambiental del Proyecto* 43
Tabla 7. Matriz FODA Micro: Diseño Arquitectónico y Materialidad de la Vivienda 44
Tabla 8. Matriz de Contraste frente a la Cartilla Urbanística (ALMA) 45
Figura 7. Diagrama de causa–efecto de las deficiencias de sostenibilidad del Residencial Rubén Darío. 47
11. Discusión de los resultados 48
12. Conclusiones 50
13. Recomendaciones 52
14. Bibliografía 53
15. Anexos 55
Anexo 1 55
Anexo 2. *Tabla de matriz ocupacional del suelo* 58
Anexo 3. *Gráfico de pastel* 58
Anexo 4. *Plano de conjunto general* 59

Plano 1. Plano de conjunto del residencial Rubén Darío 59
Plano 2. *Plano de elevación estructural* 60
Plano 3. *Plano arquitectónico del modelo Deluxe lote 6* 60
Anexo 5. *Evidencia de la observación en el sitio del estudio realizado* 61
Fotografía 1 61
Fotografía 2 61
Fotografía 3 62
Fotografía 4 62
Fotografía 5 63
Fotografía 6 64
Fotografía 7 64
Fotografía 8 65
Fotografía 9 65
Fotografía 10 66
Fotografía 11 66

1. Introducción

En las últimas décadas, el deterioro ambiental y el cambio climático han obligado a replantear el diseño de los espacios urbanos. El diseño sostenible surge como una respuesta integral para optimizar recursos y fomentar el bienestar social. Este trabajo se realiza con el fin de proponer soluciones arquitectónicas que respondan a estos desafíos a nivel local.

En el municipio de Managua, la expansión urbana carece a menudo de una visión ambiental. Sin embargo, factores como la luz solar y la disposición de suelos periurbanos permiten innovar en el diseño de comunidades. Esta monografía analiza la viabilidad de espacios sostenibles en este contexto, empleando un método basado en la observación directa y la realización de entrevistas, además del análisis de casos de referencia. El trabajo está pensado bajo un enfoque bioclimático y de gestión eficiente de recursos.

Como caso de estudio, se analiza el Residencial Rubén Darío en la zona suroeste. Aunque busca integrar elementos de sostenibilidad, el proyecto evidencia limitaciones en la implementación integral de estrategias, especialmente en la gestión del agua y el uso de materiales ecológicos.

El objetivo es demostrar que la sostenibilidad es una necesidad urgente para asegurar y optimizar la futura calidad de vida en el municipio de Managua. Dado que el Residencial Rubén Darío se encuentra actualmente en su fase inicial de desarrollo y construcción, con una baja tasa de ocupación inmediata, este estudio analiza las condiciones del diseño urbano-arquitectónico de forma prospectiva, evaluando su potencial para el confort de sus futuros habitantes y se desarrolla durante el periodo de mayo a junio de 2026.

2. Contextualización del problema

El diseño de espacios sostenibles surge como respuesta a los problemas ambientales, sociales y económicos que se intensificaron a partir de la Revolución Industrial y el crecimiento urbano acelerado. Desde los años 70, con la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano (Estocolmo, 1972), se empezó a plantear la necesidad de integrar el desarrollo con la sostenibilidad. Posteriormente, el Informe Brundtland (1987) estableció el concepto de desarrollo sostenible, base de políticas urbanas en todo el mundo.

En la arquitectura y el urbanismo, el enfoque sostenible busca optimizar el uso de los recursos naturales, reducir la contaminación y mejorar la calidad de vida de las personas a través de espacios verdes, infraestructura resiliente y eficiencia energética. Ejemplos internacionales incluyen la arquitectura bioclimática en Alemania, el urbanismo sostenible en Escandinavia y los barrios en América Latina.

En Nicaragua, particularmente en el municipio de Managua, la sostenibilidad en el diseño de espacios es un reto debido al crecimiento desordenado, el déficit de áreas verdes y la vulnerabilidad ante desastres naturales. En los últimos años, se han desarrollado proyectos de parques urbanos, espacios comunitarios y propuestas académicas que promueven el uso de materiales locales, energías renovables y la integración de la naturaleza en la ciudad.

Tradicionalmente, las culturas precolombinas ya aplicaban principios bioclimáticos al aprovechar materiales locales y adaptarse a las condiciones climáticas de cada región. En tiempos recientes, especialmente desde principios del siglo XXI, países como Colombia, Chile, Brasil y Argentina han impulsado políticas públicas, normativas y certificaciones orientadas a la construcción sustentable, integrando criterios como el uso eficiente de la energía y el agua, el manejo responsable de residuos y la reducción de emisiones. Además, se ha promovido el uso de tecnologías limpias y materiales sostenibles, así como la adopción de certificaciones como LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), EDGE (Excellence in Design for Greater Efficiencies) y HQE (Haute Qualité Environnementale).

Para la realización de este trabajo se tomaron en cuenta dos modelos de arquitectura sostenible, los cuales se mencionan a continuación:

Inventaros del Subsistema de Espacios Verdes Urbanos en la Ciudad de Managua

Un estudio desarrollado por Guerrero Flores, Barrera-Ríos y Bello-Espinoza (2024) analizó la distribución y características de los espacios verdes urbanos existentes en la ciudad de Managua, identificando su importancia para la sostenibilidad ambiental y el bienestar de la población. Al respecto, los autores sostienen que “los espacios verdes urbanos constituyen elementos fundamentales para mejorar la calidad ambiental y la calidad de vida de los habitantes de las ciudades” (p. 5). Asimismo, destacan que las áreas verdes urbanas cumplen funciones ecológicas, sociales y recreativas que contribuyen al desarrollo sostenible de las ciudades. Asimismo, señalan la necesidad de fortalecer la planificación urbana para garantizar una distribución más equilibrada de estos espacios.

Consideramos que este estudio se relaciona directamente con nuestra investigación porque demuestra la importancia de integrar áreas verdes y espacios abiertos dentro de los proyectos residenciales. En el caso del Residencial Rubén Darío, estos elementos pueden contribuir significativamente al confort ambiental, la convivencia social y la sostenibilidad del entorno urbano.

Transformación y Gestión Urbana de los Espacios Públicos Exteriores del Sector Zona Franca Las Mercedes, Managua.

La investigación realizada por Meza Aguirre y Meza Aguirre analizó las transformaciones urbanas y la gestión de los espacios públicos en el sector Zona Franca Las Mercedes de Managua, identificando los efectos del crecimiento urbano sobre la funcionalidad de estos espacios.

Al respecto, Meza Aguirre y Meza Aguirre (2012) señalan que “el sector conocido como Zona Franca Las Mercedes ha experimentado importantes transformaciones físicas y espaciales vinculadas a los procesos de desarrollo urbano local” (p. 45). Asimismo, los autores sostienen que una adecuada gestión urbana permite mejorar la calidad de los espacios públicos y fortalecer la interacción social dentro de las comunidades urbanas.

Reafirmamos que este antecedente aporta elementos importantes para nuestra investigación, ya que evidencia cómo la planificación de espacios públicos sostenibles influye en la calidad de vida de los habitantes y en la consolidación de comunidades urbanas más organizadas y resilientes.

Propuesta de Intervención Urbana para los Espacios Públicos del Sector Las Colinas, Managua

Escalante Soza y Castellón Cano desarrollaron una propuesta orientada a mejorar los espacios públicos del sector Las Colinas mediante criterios de sostenibilidad, accesibilidad y convivencia ciudadana.

“Al sector de Las Colinas le urgen espacios que favorezcan el desarrollo de las relaciones de ciudad y áreas de encuentro para sus habitantes” (Escalante Soza & Castellón Cano, 2024, p. 1).

Escalante Soza y Castellón Cano (2024) indican que la creación de espacios públicos adecuados favorece la integración social y mejora las condiciones de habitabilidad de los entornos urbanos.

Consideramos que este estudio tiene una estrecha relación con nuestra investigación debido a que demuestra cómo el diseño de espacios de convivencia contribuye al bienestar social y al fortalecimiento de comunidades sostenibles, aspectos que deben ser considerados dentro del diseño del Residencial Rubén Darío.

Estudio de la Resiliencia Urbana del Distrito II de Managua

La investigación desarrollada por Ochoa-Portillo analizó la resiliencia urbana en el Distrito II de Managua, evaluando la capacidad del territorio para responder a riesgos ambientales y desafíos urbanos.

“El desarrollo urbano sostenible requiere incorporar criterios de resiliencia que permitan a las ciudades adaptarse a los desafíos ambientales actuales y futuros” (Ochoa-Portillo, 2024, p. 67).

(Ochoa-Portillo, 2024) plantea que la resiliencia urbana constituye un componente esencial de la sostenibilidad, especialmente en ciudades expuestas a amenazas naturales como Managua.

Afirmamos que este antecedente resulta relevante para nuestra investigación porque el Residencial Rubén Darío debe considerar criterios de resiliencia urbana que permitan reducir vulnerabilidades ambientales y mejorar la adaptación de los futuros residentes frente a eventos climáticos o naturales.

3. Planteamiento del problema

El crecimiento urbano de la ciudad de Managua ha experimentado en los últimos años una expansión acelerada que, si bien ha contribuido al desarrollo económico y al aumento de la cobertura habitacional, también ha generado importantes desequilibrios sociales y ambientales. Este proceso de urbanización se ha caracterizado por la proliferación de conjuntos residenciales cerrados que, en muchos casos, no incorporan principios de sostenibilidad ni contemplan de manera predictiva la futura convivencia social.

En este contexto, el Residencial Rubén Darío surge como una alternativa de solución habitacional moderna. Sin embargo, al encontrarse actualmente en una fase temprana de desarrollo constructivo, con un número mínimo de viviendas terminadas y un estado de desocupación casi absoluto, presenta desafíos significativos en cuanto a la integración del diseño con las necesidades socioambientales de sus potenciales usuarios. Al analizar las etapas iniciales de ejecución física y los planos de conjunto de la urbanización, se evidencia que los espacios comunes carecen de elementos bioclimáticos fundamentales para mitigar las islas de calor o generar sombra natural.

Asimismo, la falta de previsión en etapas tempranas de consolidación respecto a la vegetación y la sombra constituye un desafío latente que podría incidir negativamente en la futura apropiación del entorno por parte de los residentes y en la sostenibilidad a largo plazo del proyecto habitacional. Por tanto, el problema se centra en analizar cómo el diseño arquitectónico ejecutado y proyectado en el Residencial Rubén Darío puede ser replanteado desde un enfoque integral, transformando un escenario de vulnerabilidad latente en una oportunidad de intervención preventiva antes de su ocupación total. Estas problemáticas reflejan la necesidad de reorientar tempranamente el enfoque del diseño hacia una visión sostenible, inclusiva y resiliente.

4. Justificación

En el presente capítulo se describen los siguientes incisos sobre las diferentes justificaciones de esta investigación.

El diseño arquitectónico sostenible constituye un pilar fundamental en la transformación de los entornos urbanos hacia modelos de desarrollo más equilibrados y resilientes. En el contexto del municipio de Managua, donde las problemáticas ambientales y sociales se intensifican a causa del crecimiento urbano acelerado, resulta esencial promover proyectos habitacionales que integren la sostenibilidad como principio estructurante.

El presente estudio de investigación se realizó con el fin de analizar el entorno del residencial Rubén Darío, ubicado en la ciudad de Managua siendo el sitio de estudio, y determinar si las viviendas y la infraestructura proyectada son sostenibles y amigables con el medio ambiente. Esto permitirá que los futuros habitantes se beneficien de entornos óptimos. Desde el punto de vista social, la investigación adquiere un carácter preventivo y predictivo; contribuye a evaluar las condiciones de habitabilidad antes de la consolidación urbana del sector, permitiendo identificar fallas de diseño pasivo o confort térmico que afecten a la comunidad a largo plazo. Asimismo, esta investigación pretende servir como referencia académica y profesional para futuras investigaciones o propuestas arquitectónicas orientadas a la sostenibilidad urbana.

4.1 Justificación teórica

El diseño de espacios sostenibles en la ciudad de Managua, Nicaragua, se justifica por la necesidad urgente de responder a los problemas derivados del crecimiento urbano desordenado, la contaminación ambiental y la carencia de infraestructura adecuada para garantizar calidad de vida a sus habitantes.

La ciudad enfrenta retos como la deforestación de áreas verdes, el incremento del tráfico vehicular, la gestión ineficiente de residuos y la vulnerabilidad ante fenómenos naturales, lo que repercute negativamente en la salud pública, la cohesión social y el desarrollo económico.

“Las ciudades latinoamericanas enfrentan el reto de conciliar su acelerado crecimiento urbano con la sostenibilidad ambiental, social y económica” (ONU Habitat, 2020, p. 45).

(ONU-Habitat 2020) respalda el argumento de que la ciudad de Managua, al igual que otras ciudades de la región, necesita un enfoque de sostenibilidad para contrarrestar los problemas derivados del crecimiento urbano desordenado.

Implementar criterios de sostenibilidad en el diseño urbano y arquitectónico permite aprovechar de manera racional los recursos naturales, fomentar la resiliencia climática y promover espacios más inclusivos y funcionales. Además, este enfoque se alinea con los compromisos internacionales de desarrollo sostenible y representa una oportunidad para fortalecer la identidad urbana de la ciudad de Managua mediante soluciones innovadoras, eficientes y respetuosas con el medio ambiente. Por tanto, este estudio contribuye a sentar bases teóricas y prácticas que orienten la planificación de una ciudad más equitativa, saludable y ambientalmente responsables.

4.2 Justificación metodológica

La presente investigación se justifica desde un enfoque cualitativo de carácter descriptivo-analítico, apoyado de manera complementaria en el procesamiento de datos métricos cuantitativos. De acuerdo con Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), el enfoque cualitativo posee la flexibilidad de incorporar de manera instrumental datos métricos o numéricos descriptivos sin alterar su naturaleza interpretativa y holística. En este sentido, el uso de herramientas estadísticas descriptivas (como frecuencias y gráficos en Microsoft Excel) no transforma el estudio en un diseño mixto, sino que actúa como un soporte técnico indispensable para dimensionar con precisión el nivel de cumplimiento normativo en

el Residencial Rubén Darío. Esta combinación instrumental garantiza una triangulación metodológica idónea, donde los datos métricos visibilizan las brechas técnicas y el análisis cualitativo aporta la profundidad teórica para la formulación de los lineamientos de sostenibilidad.

4.3 Factibilidad

La factibilidad se asegura gracias a que la investigación no requiere de grandes recursos económicos, sino principalmente del acceso a fuentes bibliográficas, trabajo de campo y coordinación con instituciones locales. Además, es factible en tiempo, ya que se puede realizar en un período académico determinado, y en recursos humanos, al involucrar estudiantes, docentes y profesionales del sector.

“Los proyectos académicos en sostenibilidad pueden ser implementados con recursos limitados si se cuenta con alianzas estratégicas y metodologías participativas” (UNESCO, 2018, p. 52).

(UNESCO, 2018). Refuerza que la investigación es factible porque no requiere grandes recursos financieros, sino gestión del conocimiento, coordinación y participación de actores locales.

4.4 Viabilidad

La viabilidad se sustenta en la disponibilidad de información sobre planes de desarrollo urbano en el municipio de Managua, acceso a bibliografía especializada y posibilidad de aplicar entrevistas a actores clave. Asimismo, el tema se alinea con la agenda municipal y nacional de sostenibilidad, lo cual garantiza apoyo institucional y relevancia académica.

“La planificación urbana sostenible requiere apoyarse en políticas locales y en la disponibilidad de información técnica y social” (Banco Interamericano de Desarrollo [BID], 2019, p. 83).

(Banco Interamericano de Desarrollo [BID], 2019). Confirma que la viabilidad del estudio está respaldada por la existencia de información, recursos y agendas institucionales que facilitan la investigación en la ciudad de Managua.

5. Objetivos

Objetivo general

Analizar los lineamientos arquitectónicos sostenibles aplicables al Residencial Rubén Darío, ubicado en el municipio de Managua, Nicaragua, desde un enfoque habitacional y ambiental, proponiendo estrategias que contribuyan al mejoramiento de la calidad de vida y la habitabilidad de sus futuros residentes.

Objetivos específicos

1. Identificar los criterios de sostenibilidad aplicados en el diseño urbano-arquitectónico del Residencial Rubén Darío, considerando los aspectos ambientales, espaciales y funcionales.
2. Evaluar las condiciones urbanísticas, espaciales y ambientales del Residencial Rubén Darío mediante la aplicación de entrevistas técnicas y guías de observación, identificando los factores que influyen en el diseño de espacios sostenibles.
3. Determinar desde una perspectiva prospectiva, a través de matrices de contraste y mediante un análisis FODA, el potencial del diseño arquitectónico del residencial Rubén Darío, favoreciendo la apropiación del entorno y la calidad de vida de sus futuros residentes.
4. Proponer estrategias comunitarias sostenibles que contribuyan al mejoramiento ambiental del residencial Rubén Darío.

6. Hipótesis

Supuesto de investigación

Se plantea como supuesto de investigación que la incorporación de criterios de diseño arquitectónico sostenible en el Residencial Rubén Darío favorecerá el confort ambiental, la habitabilidad y la apropiación del entorno por parte de sus futuros residentes, con la implementación de estrategias bioclimáticas, infraestructura verde, uso eficiente de recursos y materiales sostenibles que mejoran la calidad de vida y reducen los impactos ambientales del desarrollo habitacional.

7. Alcance y limitaciones

7.1 Alcances

Variables: "Diseño de espacios sostenibles" (variable independiente) y "confort ambiental y habitabilidad" (variables dependientes), definidas y evaluadas a través de la orientación solar, la ventilación natural, la disposición de vegetación y el análisis dimensional de planos.

Tipo de análisis: Evaluación prospectiva, analítica y preventiva de planos técnicos y modelos arquitectónicos antes de su ocupación total.

Población seleccionada: Muestra no probabilística por conveniencia compuesta por 4 profesionales expertos especializados en las áreas de arquitectura, urbanismo e ingeniería.

Cobertura geográfica: El sitio de desarrollo correspondiente al Residencial Rubén Darío, ubicado específicamente dentro de los límites territoriales del Municipio de Managua, Nicaragua.

7.2 Limitaciones

Como toda investigación aplicada, este estudio presenta ciertas limitaciones. Entre ellas se encuentran:

La disponibilidad limitada de información técnica actualizada sobre el proyecto, políticas municipales estrictas que promuevan la construcción sostenible en el municipio de Managua y la subjetividad derivada de la percepción de los residentes al evaluar los espacios arquitectónicos. Asimismo, la investigación se delimita exclusivamente al análisis del Residencial Rubén Darío, por lo que no incluye otros proyectos habitacionales del país, lo cual limita la posibilidad de realizar un seguimiento prolongado sobre el comportamiento ambiental y social del residencial.

No obstante, estas limitaciones no impiden el desarrollo del estudio, sino que representan oportunidades para fortalecer futuras investigaciones relacionadas con la sostenibilidad arquitectónica y urbana en Nicaragua.

La presente investigación se encuentra sujeta a las siguientes delimitaciones:

1. **Delimitación Espacial:** El estudio se restringe exclusivamente al sitio proyectado para el Residencial Rubén Darío, ubicado en el municipio de Managua.
2. **Delimitación Temporal:** El periodo de estudio corresponde al año 2026, limitándose a las etapas de diseño, análisis bioclimático y planificación técnica del proyecto.
3. **Delimitación de Objeto de Estudio:** Se aclara que, al momento de realizar esta investigación, el residencial se encuentra en una fase temprana de desarrollo constructivo y en un estado de desocupación absoluta. Por lo tanto, el objeto de estudio se limita a los planos de conjunto y modelos proyectados, y los datos sobre confort térmico y eficiencia energética se basarán en proyecciones de diseño bioclimático e hipótesis teóricas, excluyendo encuestas de percepción a usuarios residentes debido a la falta de población en el sitio.
4. **Delimitación Temática:** El trabajo se centra en el diseño sostenible y la selección de materiales. Se excluyen aspectos de ingeniería civil estructural profunda (cálculo de vigas o cimientos), presupuestos detallados de obra y estrategias de marketing inmobiliario.

El marco teórico permitió identificar los conceptos, teorías y variables relacionadas con la sostenibilidad, el confort ambiental y la habitabilidad. Asimismo, la operacionalización de variables definió indicadores específicos para el análisis del Residencial Rubén Darío. En función de estos elementos, se seleccionó una metodología coherente con los objetivos planteados.

Las técnicas de observación, entrevistas y revisión documental responden directamente a los fundamentos conceptuales del estudio. De esta manera, se asegura una adecuada relación entre la teoría y el proceso investigativo. Además, se garantiza la validez y pertinencia de los resultados obtenidos.

8. Marco Teórico

8.1 Estado del arte

El estado del arte evidencia que en los últimos años la arquitectura sostenible y el urbanismo ecológico han adquirido relevancia en América Latina debido al aumento de problemáticas ambientales y urbanas. Diversas investigaciones demuestran que las ciudades requieren integrar estrategias sostenibles relacionadas con ventilación natural, eficiencia energética, uso racional del agua y resiliencia urbana.

Los estudios revisados muestran que países como Colombia, Chile y Brasil han avanzado en políticas de construcción sostenible y certificaciones ambientales como LEED y BREEAM. Sin embargo, en Nicaragua todavía existe una limitada integración de criterios sostenibles dentro de las normativas urbanas y arquitectónicas. Esto evidencia un vacío investigativo en el análisis de proyectos residenciales sostenibles en Managua, especialmente en conjuntos habitacionales como el Residencial Rubén Darío.

8.2 Perspectiva teórica asumida

Para el desarrollo del presente estudio se asumen las siguientes teorías:

1. **Teoría del Desarrollo Sostenible (Brundtland, 1987):** plantea que el desarrollo debe satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones, integrando dimensiones sociales, económicas y ambientales.

2. **Teoría de la Arquitectura Bioclimática (Olgyay, 1963**): defiende la adaptación del diseño arquitectónico a las condiciones climáticas locales, optimizando la orientación, la ventilación y el uso de la energía solar pasiva.

3. **Teoría de la Ciudad de los 15 minutos (Moreno, 2016):** promueve un modelo urbano de proximidad y policéntrico, donde los habitantes de un desarrollo residencial puedan acceder a sus necesidades esenciales —abastecimiento, recreación, áreas verdes, educación y salud— en un desplazamiento no mayor a quince minutos a pie o en bicicleta. Esta perspectiva busca reducir la dependencia absoluta del automóvil, disminuir las emisiones de carbono y optimizar la habitabilidad urbana a escala humana.

4. **Teoría del Urbanismo Regenerativo (2020):** plantea que el diseño urbano contemporáneo debe ir más allá de la sostenibilidad tradicional y la simple mitigación de daños ambientales. Propone que los nuevos desarrollos habitacionales deben funcionar como sistemas activos que regeneren los ecosistemas locales, restaurando la biodiversidad urbana, optimizando el ciclo del agua en el sitio y mejorando directamente las condiciones climáticas del entorno residencial.

Estas teorías proporcionan la base conceptual para evaluar la sostenibilidad del Residencial Rubén Darío desde una perspectiva integral, que une el ambiente físico y el tejido social.

8.3 Revisión de literatura previa

La revisión de literatura evidencia que múltiples organismos internacionales, investigadores y universidades han desarrollado estudios relacionados con sostenibilidad urbana y arquitectura ecológica. Organizaciones como ONU-Habitat, el Banco Interamericano de Desarrollo y la UNESCO destacan la importancia de incorporar criterios sostenibles en la planificación urbana.

En Nicaragua, la literatura revisada muestra investigaciones orientadas a la adaptación climática, diseño bioclimático y sostenibilidad en viviendas sociales. Sin embargo, se identifican pocas investigaciones enfocadas específicamente en residenciales urbanos privados y en la relación entre sostenibilidad arquitectónica y

calidad de vida. Por ello, esta investigación busca aportar nuevos conocimientos aplicados al contexto urbano de Managua.

8.4 Marco conceptual

Los conceptos fundamentales identificados en el documento son los siguientes:

1. **Diseño de espacio sostenible:** proceso arquitectónico orientado a minimizar el impacto ambiental y optimizar el uso de recursos naturales.
2. **Arquitectura bioclimática:** diseño adaptado a las condiciones climáticas locales para mejorar el confort ambiental.
3. **Sostenibilidad urbana:** capacidad de una ciudad para mantener equilibrio ambiental, económico y social a largo plazo.
4. **Confort ambiental:** bienestar generado por condiciones adecuadas de ventilación, iluminación, temperatura y sonido.
5. **Espacio habitable:** entorno construido donde las personas desarrollan actividades cotidianas.
6. **Resiliencia urbana:** capacidad de adaptación de una ciudad frente a riesgos ambientales y sociales.
7. **Participación comunitaria:** intervención activa de los habitantes en el diseño y gestión de espacios urbanos.

Estos conceptos permiten comprender la relación entre sostenibilidad, diseño arquitectónico y bienestar social dentro del análisis del Residencial Rubén Darío.

8.5 Marco normativo internacional y nacional

A. Marco Normativo Internacional

El diseño de espacios sostenibles se apoya en una serie de acuerdos y tratados internacionales que orientan la práctica arquitectónica hacia la sostenibilidad:

Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible (ONU, 2015): establece los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), de los cuales el ODS 11 promueve "ciudades y comunidades sostenibles", instando a crear espacios inclusivos, seguros, resilientes y ambientalmente responsables.

Carta de Aalborg (1994): documento fundacional de las ciudades sostenibles europeas, que promueve la participación ciudadana y la integración ambiental en la planificación urbana.

Protocolo de Kioto (1997) y Acuerdo de París (2015): impulsan la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero mediante políticas de eficiencia energética y diseño ambientalmente responsable.

Normas LEED y BREEAM: certificaciones internacionales que establecen criterios de sostenibilidad en materiales, energía, agua y confort ambiental.

B. Marco Normativo Nacional

En Nicaragua, la legislación relacionada con la sostenibilidad urbana y la construcción ecológica aún está en desarrollo, pero existen marcos generales que respaldan los principios del diseño sostenible:

Ley No. 217: Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales (1996): establece las bases para la gestión ambiental y el aprovechamiento racional de los recursos naturales.

Ley No. 445: Ley de Régimen de Propiedad Comunal (2003): fomenta la conservación del territorio y su uso responsable, aplicable a proyectos urbanos que respeten el entorno.

Ley No. 311: Ley de Municipios (2001): otorga competencias a las alcaldías para planificar el uso del suelo y promover el desarrollo urbano sostenible.

Plan Nacional de Lucha contra la pobreza y para el Desarrollo Humano (PNLCP-DH 2022–2026): incluye como objetivo estratégico la sostenibilidad ambiental y el fortalecimiento de infraestructuras verdes en el país.

8.6 Variables e Indicadores

A continuación, en la Tabla 1 se presenta la matriz de operacionalización de variables, detallando la relación entre la variable independiente asociada al diseño arquitectónico y la variable dependiente vinculada al confort ambiental, junto con sus respectivos indicadores de medición

Tabla 1. Matriz de Operacionalización de Variables e Indicadores Técnicos

Variable	Tipo de variable	Indicadores
Diseño arquitectónico sostenible	Independiente	Porcentaje (%) de ocupación de suelo y áreas permeables según la normativa de la Cartilla Urbanística de Managua. Presencia y tipología de estrategias pasivas (orientación solar, aleros y aberturas para ventilación natural). Criterios cualitativos en la selección y uso de materiales constructivos en el sitio.
Confort ambiental y Habitabilidad	Dependiente	Potencial de confort térmico y lumínico interior a partir del análisis geométrico y espacial de las viviendas. Grado de cumplimiento normativo y funcionalidad de los espacios comunes para el desarrollo urbano sostenible.

Elaboración propia (2026).

9. Metodología de la investigación

En este capítulo se presenta el diseño metodológico de la investigación, donde se describen el enfoque, tipo y método de estudio, así como la población y muestra seleccionada. Además, se explican las técnicas e instrumentos de recolección de datos, el proceso de análisis de la información y las consideraciones éticas que garantizan la validez y responsabilidad del estudio.

9.1 Enfoque de la investigación

La presente investigación se desarrolla bajo un enfoque cualitativo, con un diseño no experimental y de corte transversal. La naturaleza cualitativa del estudio se justifica por la necesidad de abordar una problemática urbana y ambiental compleja, la cual integra variables técnicas y espaciales a partir de valoraciones de carácter analítico, holístico y profesional en su contexto natural.

De manera complementaria, y siguiendo los criterios de flexibilidad metodológica de Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), el estudio incorpora el procesamiento descriptivo de datos métricos cuantitativos (como los coeficientes de ocupación del suelo y dimensiones espaciales). Esta inclusión de datos numéricos no altera el carácter interpretativo y cualitativo de la investigación, sino que actúa como un soporte técnico e instrumental necesario para diagnosticar con precisión las condiciones físicas del proyecto arquitectónico.

9.2 Diseño de investigación

Descriptivo: porque identifica y caracteriza las condiciones arquitectónicas, ambientales y urbanas presentes en el Residencial Rubén Darío.

Correlacional: porque analiza la relación e influencia mutua existente entre variables de diseño sostenible, confort ambiental y habitabilidad.

Explicativo/Comprensivo: ya que busca comprender de qué manera la integración de estrategias de diseño arquitectónico sostenible incide en el potencial de habitabilidad urbana y calidad ambiental del conjunto residencial.

La investigación también posee un carácter aplicado, debido a que los resultados permitirán proponer lineamientos sostenibles para futuros proyectos residenciales.

9.3 Población y muestra

Población: Está constituida por la totalidad de profesionales especialistas en las áreas de Arquitectura, Urbanismo e Ingeniería Civil que intervienen o ejercen en la planificación, diseño y evaluación de proyectos de desarrollo urbano habitacional sostenible dentro del municipio de Managua.

Muestra: Al tratarse de una investigación de corte cualitativo y de carácter técnico-espacial sobre un escenario arquitectónico deshabitado, la muestra para la recolección de perspectivas teóricas está conformada por una muestra no probabilística de expertos, integrada por 4 profesionales vinculados directamente al área de arquitectura, urbanismo e ingeniería enfocados en el desarrollo urbano sostenible en Managua.

Para la selección formal de estos informantes clave, se establecieron los siguientes criterios metodológicos de selección y rechazo:

Criterios de Inclusión (Selección): Contar con título profesional universitario activo en las disciplinas de Arquitectura, Ingeniería Civil o Urbanismo.

Demostrar una experiencia laboral o académica mínima de 3 años en el desarrollo, diseño o evaluación de proyectos urbanísticos o habitacionales en el contexto nacional de Nicaragua.

Criterios de Exclusión (Rechazo):

Profesionales que, a pesar de pertenecer al sector constructivo, no posean experiencia directa en el diseño residencial o en la aplicación de normativas urbanas vigentes en la municipalidad de Managua.

Especialistas que presenten un conflicto de intereses directo con el desarrollo comercial o la ejecución material del Residencial Rubén Darío analizado.

La muestra final seleccionada bajo estos parámetros queda integrada por:

- Arquitectos especializados en diseño sostenible y bioclimática.
- Ingenieros civiles con experiencia en desarrollo de infraestructura urbana.
- Especialistas en planificación urbana y gestión del medio ambiente.

9.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para obtener información válida y confiable se empleó las siguientes técnicas e instrumentos:

9.4.1 Entrevistas estructuradas

Se realizaron entrevistas dirigidas a arquitectos, ingenieros y especialistas urbanos con el objetivo de conocer criterios técnicos sobre sostenibilidad, diseño urbano y planificación arquitectónica.

9.4.2. Observación estructurada

Se efectuó observación directa de las condiciones físicas y ambientales del residencial, evaluando ventilación natural, iluminación, vegetación, estado de infraestructura, accesibilidad urbana y movilidad peatonal. Para ello se utilizaron fichas de observación y registro fotográfico.

Durante la visita de campo también se registraron las condiciones climáticas del sitio, considerando variables como temperatura del aire, humedad relativa, velocidad del viento, fecha y hora de medición, con el fin de contextualizar las condiciones ambientales presentes durante el levantamiento de información.

Tabla 2. ***Condiciones climáticas***

Variable	Valor registrado
Temperatura del aire	33 °C
Humedad relativa	60 %
Velocidad del viento	4.6 m/s = 16.56 km/h
Hora de medición	1:00 p. m.
Fecha	11 de mayo de 2026
Lugar	Sector Casimiro Sotelo, Managua, Nicaragua

Registro de condiciones climáticas durante la visita de campo. El levantamiento de información se realizó el 11 de mayo de 2026 a la 1:00 p. m. en el sector de la Universidad Casimiro Sotelo Montenegro (UNCSM), Managua. Durante la visita se registró una temperatura del aire de 33 °C, una humedad relativa del 60 % y una velocidad del viento de 4.6 m/s que equivalen a 16.56 km/h. Estas condiciones ambientales sirvieron como referencia para el análisis del confort térmico, la ventilación natural y el comportamiento bioclimático del sitio de estudio.

9.4.3. Revisión documental

Se analizaron documentos técnicos, normativas urbanas, investigaciones científicas y bibliografía especializada relacionada con arquitectura sostenible y urbanismo.

9.4.4 Validación y confiabilidad

Los instrumentos fueron revisados previamente para claridad, coherencia y relación con los objetivos de investigación. Asimismo, se verificará la confiabilidad de la información mediante comparación de resultados y análisis de consistencia.

9.5 Procedimientos

El desarrollo de la investigación se realizó mediante las siguientes etapas:

Etapa 1: Revisión bibliográfica.
Etapa 2: Diseño de instrumentos.
Etapa 3: Trabajo de campo.
Etapa 4: Organización de datos.
Etapa 5: Análisis e interpretación.
Etapa 6: Elaboración de propuestas.

9.6 Técnicas de análisis estadístico y normativo

El análisis de la información cuantitativa se realizará mediante herramientas de estadística descriptiva, orientadas al análisis de cumplimiento y contraste normativo.

Los datos métricos, espaciales y de áreas verdes extraídos de los planos de conjunto y modelos arquitectónicos se procesarán en Microsoft Excel, aplicando:

1. **Frecuencias y Porcentajes:** Para determinar las proporciones de áreas verdes, superficies pavimentadas y dimensiones de confort pasivo en relación con el total del sitio.
2. **Tablas comparativas y Matrices de contraste:** Para confrontar directamente los datos geométricos del residencial frente a los parámetros establecidos en la Cartilla Urbanística y normativas ambientales vigentes en el departamento de Managua.
3. **Gráficos estadísticos (Barras y Sectores): Para** ilustrar visualmente las brechas o déficits existentes entre el diseño proyectado y las exigencias de sostenibilidad ambiental.

Los resultados fueron procesados mediante programas informáticos como Excel, permitiendo una interpretación precisa y científica de los datos obtenidos.

9.7 Análisis de datos

El análisis de datos se realizará mediante procedimiento**s mixtos**, combinando herramientas estadísticas y categorización cualitativa:

Los datos cuantitativos obtenidos a través de las fichas de observación técnica y el análisis de los planos arquitectónicos serán procesados mediante herramientas informáticas como Microsoft Excel, aplicando estadística descriptiva a través del análisis de frecuencias, porcentajes, matrices dimensionales y gráficos comparativos de las variables ambientales estudiadas.

Los datos cualitativos de las entrevistas y observaciones se analizarán mediante análisis de contenido, identificando patrones, categorías y temas recurrentes relacionados con la sostenibilidad, el confort y la convivencia social.

Posteriormente, los resultados se integrarán en una síntesis que permita establecer relaciones entre el diseño arquitectónico, las condiciones ambientales y las percepciones sociales.

9.8 Consideraciones éticas

La investigación se desarrollará conforme a los principios éticos establecidos por la Universidad Iberoamericana de Ciencia y Tecnología (UNICIT).

Se garantizará la confidencialidad de los datos personales de los participantes y la participación será voluntaria y se solicitará consentimiento informado antes de aplicar encuestas o entrevistas.

No se utilizará la información recolectada con fines distintos a los académicos y se respetará la integridad de las personas, de las instituciones y del entorno físico analizado.

Además, se promoverá el respeto por el medio ambiente durante todo el proceso de campo, evitando cualquier acción que pueda alterar o deteriorar el espacio estudiado.

10. Resultados

El proyecto del Residencial Rubén Darío propone un sistema constructivo basado en mampostería confinada sismorresistente. A nivel de envolventes (paredes y cubiertas) y acabados, los planos especifican el uso de materiales convencionales e importados, sin registrarse inicialmente la inclusión de componentes ecoamigables o de baja huella de carbono en la composición material de las viviendas. Desde una perspectiva de diseño pasivo, la mampostería tradicional ofrece un óptimo desempeño estructural ante la sismicidad de Managua, pero su alta transferencia térmica demanda estrategias complementarias de aislamiento para evitar la acumulación de calor al interior de las unidades habitacionales.

A continuación, se presentan las piezas gráficas que respaldan el análisis espacial y la orientación de los componentes analizados:

Figura 1. Causas y efectos



Tabla 3. Matriz Frecuencial de Ocupación y Componentes de Confort Pasivo

Componente Espacial	Indicador / Estado Técnico	Superficie Estimada / Frecuencia	Porcentaje Relativo (%)
Superficies Pavimentadas e Infraestructura Gris	Calles de rodamiento, andenes, cunetas y accesos vehiculares.	Densidad Vial Predominante	45.0%
Área Residencial / Lotes Privados	Huella constructiva habitacional (50 lotes proyectados).	Ocupación Habitacional	45.0%
Área Comunal	Polígono único con vegetación concentrada en la periferia Este.	Equipamiento / Cesión Común	10.0%
Área Verde Pública Estructurada	Espacio exclusivo para parque urbano, plazas o reserva natural.	Ausencia / Omisión en Plano	0.0%
Dimensiones de Confort Pasivo	Envolventes o fachadas con elementos de protección solar (Lote 49).	Nula Integración de Diseño	0.0%
Total, del Sitio	Unidad del Proyecto Urbanístico	Área Total del Terreno	100.0%

Figura 2. Planta arquitectónica del lote 49

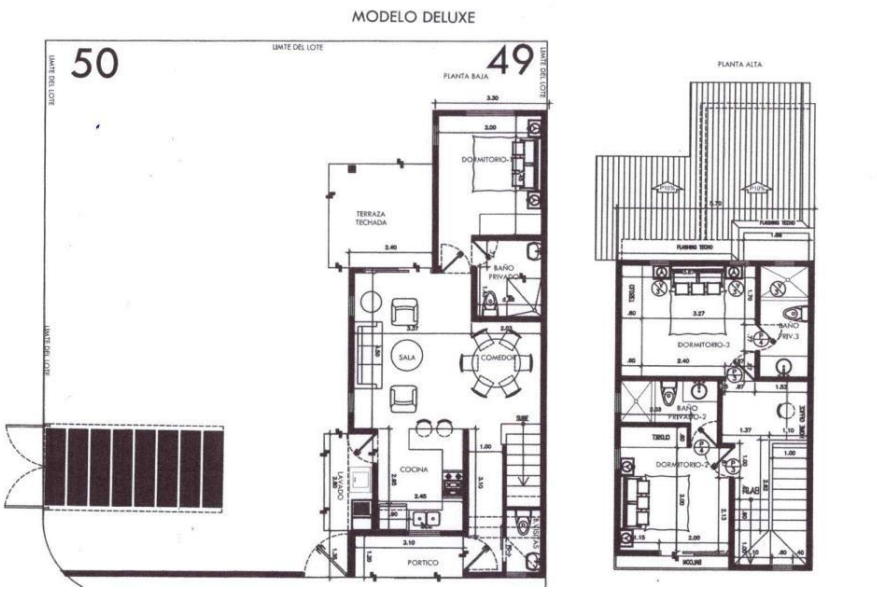
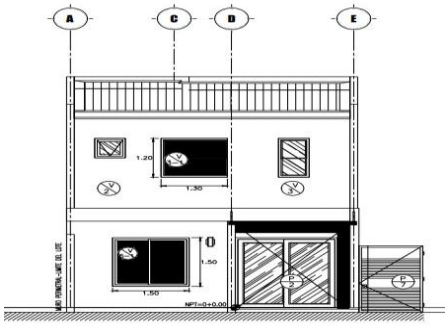


Figura 3. Elevación estructural

Figura 4





Nota: Planos técnicos provistos por el equipo de diseño del proyecto (2025)

En relación al Objetivo Específico 2: Evaluar las condiciones urbanísticas, espaciales y ambientales del Residencial Rubén Darío mediante la aplicación de entrevistas técnicas y guías de observación, con el fin de identificar los factores que influyen en el diseño de espacios sostenibles.

En las áreas públicas y de infraestructura común del Residencial Rubén Darío se constata la instalación de ecotecnologías específicas, destacando el uso de luminarias solares para el alumbrado público. Asimismo, el proyecto incorpora una infraestructura macro para el control hidrológico, consistente en una pila de regulación pluvial equipada con desarenador y dos cámaras de evacuación de caudales.

Para verificar la distribución espacial y el dimensionamiento técnico de estas obras de mitigación ambiental e infraestructura común, se presentan a continuación las piezas gráficas correspondientes:

Complementariamente, para evaluar la dimensión urbana y la conectividad territorial del Residencial Rubén Darío con el entorno del municipio de Managua, se realizó un análisis de accesibilidad y cobertura espacial mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG). El estudio consideró un radio de influencia isométrica inmediato de 500 metros desde el núcleo del proyecto para determinar el grado de integración con la red de servicios básicos, equipamiento urbano e infraestructura municipal, cuyos resultados se exponen en la Figura 5:

Figura 5. Plano de conjunto

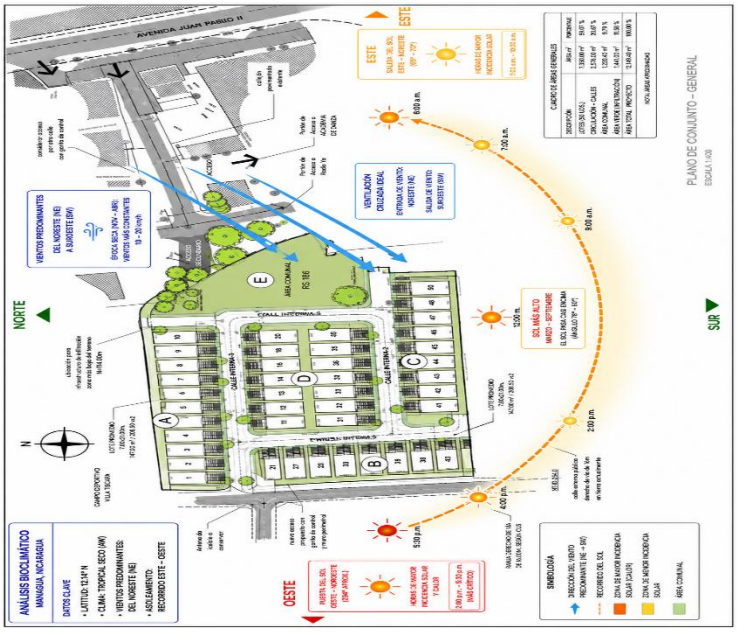
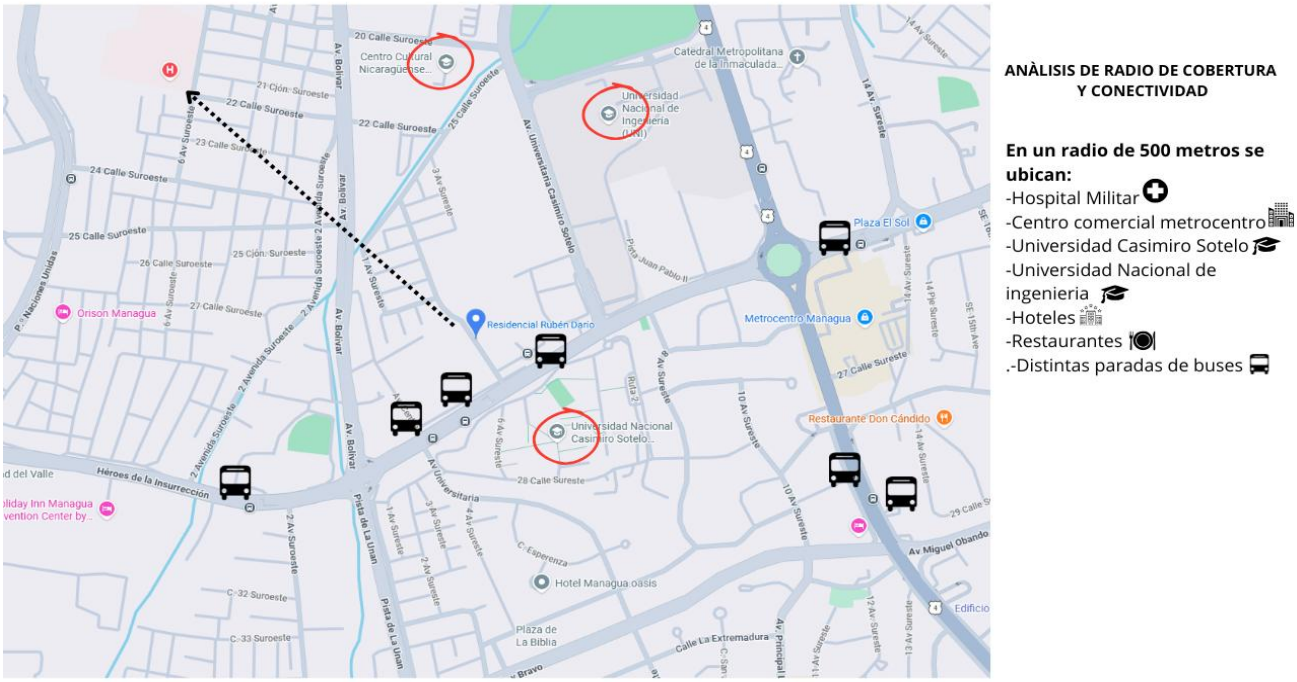


Figura 6. Mapa de análisis espacial, radios de cobertura y conectividad urbana del sector.

El análisis espacial georreferenciado demuestra que el Residencial Rubén Darío cuenta con un emplazamiento estratégico de alta centralidad urbana en el municipio de Managua. Dentro del radio inmediato de los 500 metros, se constata una alta densidad de equipamientos institucionales de salud, educación superior y comercio formal, destacando la conectividad con el Hospital Militar, el Centro Comercial Metrocentro, la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) y la Universidad Nacional Casimiro Sotelo.



Nota: Elaboración propia mediante herramientas de análisis espacial (2026)

Asimismo, la red de infraestructura de transporte público inmediato garantiza una óptima accesibilidad peatonal y vehicular a través de distintas paradas de autobuses urbanos colectivos distribuidas sobre los ejes viales principales adyacentes. Esta condición de centralidad e intensa consolidación del uso de suelo comercial y de servicios en el entorno genera un microclima propenso a islas de calor urbano; un factor externo crítico que valida y justifica la necesidad de que la propuesta arquitectónica de este estudio incorpore estrategias de diseño pasivo y optimización de áreas permeables para mitigar las altas temperaturas y garantizar el confort térmico al interior de las viviendas sin saturar las redes de infraestructura municipal existentes.

Tabla 4. ***Matriz de Evaluación: Viviendas***

Componente Evaluado	**Hallazgo Fáctico en Obra (Resultados)**	**Impacto Ambiental / Habitabilidad (Discusión)**	**Clasificación de Sostenibilidad**
Materiales de Construcción	Uso de mampostería confinada tradicional, mortero, acero y tierra. Acabados y equipamiento (bombas, calentadores) mayoritariamente importados.	Ausencia de componentes ecoamigables o materiales con baja huella de carbono. Alta dependencia de logística externa que eleva la energía embebida del proyecto.	Deficiente (Enfoque constructivo 100% convencional).
Confort Térmico y Microclima	Diseño habitacional sin elementos de protección solar en fachadas expuestas (Lote 49). Confort interior confiado únicamente a la libre ventilación.	Se generará una transferencia directa del incremento térmico exterior hacia el habitante. Forzará un elevado consumo energético futuro debido al uso de climatización mecánica (aire acondicionado).	Crítico (Crea un "déficit de habitabilidad pasiva").
Infraestructura Energética (Privada)	Implementación domiciliar de paneles solares dejada a decisión opcional del propietario.	Al ser una "tecnología ambiental aislada", pierde la capacidad de mitigar el impacto energético global. El ahorro público exterior se contrarresta por la demanda eléctrica interna para enfriar las casas.	Parcial (Eco-tecnología pública que no compensa el diseño privado).
Gestión Hidrológica (Micro)	Inexistencia de sistemas domiciliares de captación de agua de lluvia.	Desperdicio del recurso a nivel micro por falta de cosecha pluvial en las viviendas.	Deficiente (Nulo en circularidad de recursos a nivel privado).

La evaluación de las viviendas muestra un predominio de sistemas constructivos convencionales, con escasa incorporación de criterios de sostenibilidad. Se identifican deficiencias en el confort térmico, el aprovechamiento de energías renovables y la gestión del agua de lluvia, lo que incrementa el consumo de recursos y reduce la eficiencia ambiental. En general, las viviendas presentan un desempeño de sostenibilidad entre parcial, deficiente y crítico, evidenciando la necesidad de implementar estrategias de diseño más sostenibles.

Tabla 5. ***Matriz de Evaluación: Urbanización***

Componente Evaluado	**Hallazgo Fáctico en Obra (Resultados)**	**Impacto Ambiental / Habitabilidad (Discusión)**	**Clasificación de Sostenibilidad**
Urbanismo y Paisajismo	Planificación espacial que prioriza áreas de rodamiento y superficies pavimentadas. Inexistencia de masas vegetales estructuradas o barreras bioclimáticas pasivas.	Alteración directa del balance térmico local. Propiciará el desarrollo de islas de calor urbanas a nivel micro, elevando la temperatura del entorno. Desincentiva el uso y apropiación de espacios públicos al aire libre.	**Crítico** (Diseño urbanístico refractario a la naturaleza).
Infraestructura Energética (Pública)	Incorporación de luminarias solares para el alumbrado público de las calles.	Aporte positivo al ahorro público exterior, aunque diluido por la falta de integración con el diseño energético de las viviendas.	**Aceptable / Parcial** Eco-tecnología pública existente).
Gestión Hidrológica (Macro)	Instalación de macro infraestructura: pila de regulación pluvial con desarenador y dos cámaras de evacuación.	Excelente capacidad preventiva ante riesgos hidrológicos macros e inundaciones (cumplimiento normativo riguroso).	**Aceptable/Tradicional** (Éxito en seguridad y manejo de escorrentías generales).
Operación en Fase de Obra	Uso continuo de plantas eléctricas a gasolina por falta de conexión inmediata a la red comercial. Gestión de residuos limitada a acopio temporal interno y desalojo sabatino (una vez por semana).	Configura un escenario de vulnerabilidad ambiental transitoria. Control de impactos puramente reactivo que genera emisiones atmosféricas, ruido constante y acumulación de desechos de construcción.	**Deficiente** (Mitigación reactiva en el sitio de obra).

La evaluación de la urbanización refleja un desempeño ambiental mixto. Se identifican fortalezas en el manejo de aguas pluviales y en la incorporación de alumbrado público con energía solar; sin embargo, persisten deficiencias en el diseño urbanístico por la escasa vegetación y en la gestión ambiental durante la construcción. En conjunto, la urbanización presenta un nivel de sostenibilidad que varía entre aceptable, parcial, deficiente y crítico, evidenciando oportunidades de mejora en el diseño paisajístico y la operación de la obra.

Determinar desde una perspectiva prospectiva, a través de matrices de contraste y mediante un análisis FODA, el potencial del diseño arquitectónico del residencial Rubén Darío, para favorecer la apropiación del entorno y la calidad de vida de sus futuros residentes

Para determinar desde una perspectiva prospectiva el potencial del Residencial Rubén Darío, se aplicó una evaluación estructurada que divide los hallazgos en dos niveles analíticos: una escala Macro (enfocada en el entorno urbanístico y ambiental) y una escala Micro (orientada al diseño arquitectónico y materialidad de la vivienda típica). Esta separación metodológica permite sistematizar con precisión las variables específicas de cada dimensión espacial:

Evaluación a Escala Macro (Ámbito Urbanístico y Ambiental)

Esta escala evalúa el comportamiento del residencial como un conjunto integrado al tejido urbano de Managua, analizando su infraestructura común, conectividad y el impacto del entorno inmediato:

Tabla 6. Matriz FODA Macro: *Entorno Urbanístico y Ambiental del Proyecto*

	Factores Positivos	**Factores Negativos**
Análisis Interno (El Conjunto)	**FORTALEZAS (F)** Inclusión de ecotecnologías específicas (luminarias solares en calles y áreas públicas). Infraestructura macro para control hidrológico (pila de regulación pluvial con desarenador).	**DEBILIDADES (D)** Configuración urbana de lotes de forma serial que obliga a una exposición solar directa Este-Oeste en un alto porcentaje de bloques. Limitación de suelo permeable por lote individual.
Análisis Externo (La	**OPORTUNIDADES (O)**	**AMENAZAS (A)**

Ciudad)	Emplazamiento de alta centralidad urbana con acceso inmediato a servicios de salud, educación superior y comercio. Óptima conectividad vial y accesibilidad peatonal a redes de transporte colectivo municipal.	Intensificación del fenómeno de islas de calor urbano en el área central de Managua. Vacíos normativos municipales para la exigencia de criterios bioclimáticos en desarrollos privados.

La matriz FODA del entorno urbanístico muestra que el proyecto posee fortalezas en la incorporación de infraestructura para el manejo de aguas pluviales y alumbrado público con energía solar. Asimismo, su ubicación ofrece una excelente accesibilidad a servicios y transporte. Sin embargo, presenta debilidades relacionadas con la configuración urbana y la reducción de áreas permeables, mientras que el clima de Managua y la limitada regulación sobre criterios bioclimáticos representan amenazas para la sostenibilidad del conjunto.

Evaluación a Escala Micro (Ámbito Arquitectónico y de Materialidad)

Esta escala reduce el foco hacia la unidad habitacional típica (lote 49), evaluando el comportamiento físico, funcional y constructivo de los materiales especificados en los planos arquitectónicos ante las condiciones climáticas del sitio:

Tabla 7. Matriz FODA Micro: Diseño Arquitectónico y Materialidad de la Vivienda

	Factores Positivos	**Factores Negativos**
Análisis Interno (La Vivienda)	**FORTALEZAS (F)** Alta rigidez y seguridad estructural mediante el sistema de mampostería confinada sismorresistente. Distribución funcional interna que optimiza el área útil construida del terreno.	**DEBILIDADES (D)** Uso de sistemas constructivos y acabados convencionales de alta huella de carbono. Ausencia de propiedades de aislamiento térmico o barreras radiantes en cubiertas de techos y envolventes verticales.
Análisis Externo (El Clima)	**OPORTUNIDADES (O)** Existencia de marcos legales nacionales (Ley 217 y Ley 311) que incentivan el uso de ecotecnologías y materiales eficientes. Viabilidad técnica de adecuar elementos de diseño pasivo (aleros, persianas, pintura térmica) sin alterar la estructura aprobada.	**AMENAZAS (A)** Condiciones climáticas extremas y altas temperaturas del municipio de Managua que aceleran la transferencia calórica al interior. Dependencia futura absoluta a sistemas mecánicos de ventilación, elevando el consumo energético de la vivienda.

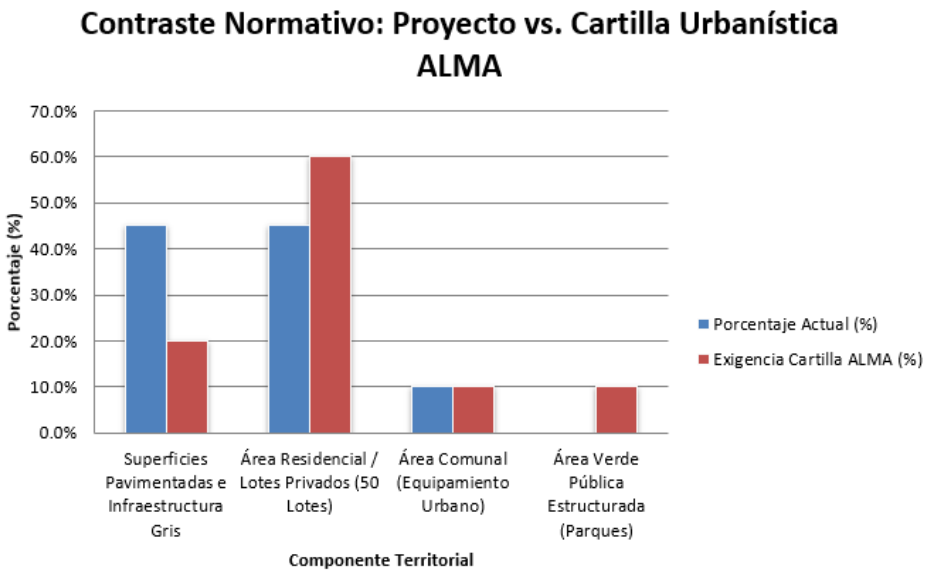
La matriz FODA evidencia que las viviendas cuentan con fortalezas relacionadas con su seguridad estructural y distribución funcional. No obstante, presentan debilidades importantes por el uso de materiales convencionales y la falta de estrategias de aislamiento térmico. A su vez, existen oportunidades para incorporar soluciones de diseño pasivo respaldadas por la normativa nacional, aunque las condiciones climáticas de Managua representan una amenaza al incrementar la demanda de climatización y el consumo energético

Tabla 8. Matriz de Contraste frente a la Cartilla Urbanística (ALMA)

Esta matriz confronta directamente la realidad geométrica y espacial del proyecto frente a los parámetros legales específicos vigentes en el municipio de Managua:

Parámetro de Sostenibilidad	**Situación Proyectada en el Residencial**	**Parámetro Exigido (Cartilla Urbanística - Managua)**	**Brecha / Estado de Cumplimiento**
Cesión de Área Verde Pública	**0.0%** (Inexistencia de un polígono exclusivo para parque o reserva).	**10.0% del total del terreno** de forma independiente.	**Incumplimiento Crítico:** Déficit absoluto de infraestructura verde de amortiguamiento.
Cesión de Área Comunal	**10.0%** (Polígono único destinado a equipamiento en el extremo Este).	**10.0% del total del terreno** para equipamiento/servicios.	**Cumplimiento Formal:** Ubicación periférica ineficiente para el confort térmico global.
Franja Verde Vial	**10.85%** respecto al área de rodamiento (352.76 m2).	Secciones de vía con bandas permeables integradas.	**Cumplimiento Técnico:** Espacio útil, pero sin masa arbórea que proyecte sombra sobre el asfalto.

La matriz de contraste con la Cartilla Urbanística de Managua evidencia un cumplimiento parcial de la normativa. Aunque el proyecto cumple con los requisitos de área comunal y franja verde vial, presenta un incumplimiento crítico por la ausencia de un área verde pública destinada a parque o reserva. Esta condición limita la disponibilidad de espacios naturales y reduce los beneficios ambientales y de confort térmico para los habitantes del residencial.



El gráfico muestra que el proyecto cumple con los porcentajes requeridos de área residencial y área comunal, e incluso supera el porcentaje de superficies pavimentadas e infraestructura gris respecto al valor de referencia. Sin embargo, presenta un incumplimiento total en la provisión de áreas verdes públicas, ya que no contempla parques o espacios verdes estructurados, a pesar de que la Cartilla Urbanística ALMA exige un 10 % del terreno destinado a este fin. Estos resultados evidencian un cumplimiento normativo parcial y la necesidad de fortalecer la infraestructura verde para mejorar la sostenibilidad y la calidad ambiental del residencial.

Figura 7. Diagrama de causa–efecto de las deficiencias de sostenibilidad del Residencial Rubén Darío.



11. Discusión de los resultados

En este capítulo se realiza la interpretación profunda de los hallazgos descritos anteriormente, contrastando los datos empíricos con la literatura científica existente, evaluando las implicaciones teóricas y prácticas de la investigación, y demostrando cómo los resultados dan cumplimiento a los objetivos planteados.

Interpretación profunda de los hallazgos

La confrontación de los datos revela una marcada bifurcación en los criterios de diseño y planificación del Residencial Rubén Darío. Por un lado, existe un cumplimiento riguroso de las demandas ingenieriles tradicionales, evidenciado en la solidez estructural de la mampostería confinada sismorresistente y la capacidad preventiva de la macro-infraestructura de drenaje (pila de regulación pluvial y luminarias solares comunes). No obstante, se observa una desatención crítica en la fase de planificación arquitectónica respecto a las variables microclimáticas locales y la eficiencia energética de la unidad habitacional.

La escasez de barreras vegetales perimetrales y el predominio de superficies pavimentadas y rígidas en el lote típico (Lote 49) implican una alteración directa del balance térmico. El análisis espacial mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG) demostró que el residencial se inserta en un área de alta centralidad urbana y consolidación comercial en Managua (eje Metrocentro-UNI-Hospital Militar). Esta condición de entorno genera un fenómeno latente de isla de calor urbano a escala macro.

Al carecer las viviendas de un diseño bioclimático pasivo o barreras radiantes en sus envolventes verticales y horizontales (cubiertas de zinc), el incremento térmico exterior se transferirá directamente al habitante por conducción y radiación. Esta configuración espacial no solo compromete la habitabilidad y el confort térmico interior, sino que condiciona de forma prospectiva un elevado consumo energético futuro debido a la dependencia absoluta de sistemas de climatización mecánica (aire acondicionado) para hacer habitables los espacios.

Asimismo, el contraste normativo ejecutado a través de la Cartilla Urbanística de Managua evidencia que, aunque el proyecto respeta estrictamente los retiros obligatorios y las alineaciones municipales, se encuentra en un punto crítico respecto a la dotación de suelo absorbente individual. Esta restricción espacial demuestra que el potencial de optimización ecológica del proyecto no reside en la modificación de la huella implantada en el suelo, sino en la intervención técnico-material de la envolvente arquitectónica de la vivienda.

12. Conclusiones

El análisis para la formulación de lineamientos arquitectónicos sostenibles aplicables al Residencial Rubén Darío permitió determinar que el proyecto cuenta con una sólida base estructural y de ingeniería hidrológica mayor; sin embargo, carece de una planificación integral de criterios de diseño pasivo y eficiencia energética en su escala habitacional.

La investigación demuestra que la incorporación de estrategias de diseño bioclimático en las envolventes, la optimización espacial de áreas permeables y el aprovechamiento técnico de la micro-infraestructura ecoamigable existente, constituyen una alternativa científica y espacialmente viable para mitigar la ganancia térmica, reducir el consumo energé1tico futuro y consolidar un modelo de desarrollo habitacional sostenible adaptado a las condiciones climáticas del municipio de Managua.

A través del análisis gráfico y material de los planos arquitectónicos de la vivienda típica (Lote 49), se identificó un comportamiento de diagnóstico por ausencia en términos de sostenibilidad pasiva. Si bien el residencial garantiza un óptimo desempeño estructural mediante el sistema de mampostería confinada sismorresistente tradicional, se constata una omisión técnica de componentes ecoamigables o barreras radiantes en sus envolventes verticales y horizontales (cubiertas de zinc). Esta condición, sumada a la distribución serial en bloque expuesta al eje Este-Oeste, genera una transferencia térmica acelerada que condiciona el espacio a altos niveles de acumulación calórica interior.

La evaluación de la infraestructura común demostró que el proyecto integra eficazmente ecotecnologías a escala macro, tales como luminarias solares y una pila de regulación pluvial con desarenador para el control de escorrentías. Asimismo, el análisis de cobertura espacial mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG) determinó que el Residencial Rubén Darío posee una localización estratégica de alta centralidad urbana dentro de un radio de 500 metros, conectando directamente con equipamientos de salud, educación superior y comercio formal en Managua.

No obstante, se concluye que esta intensa consolidación del uso de suelo exterior genera un microclima de isla de calor urbano que impacta directamente al conjunto, obligando a que el diseño interior de la propuesta arquitectónica maximice sus propias áreas de mitigación ambiental.

A través de la sistematización de las matrices FODA en escalas Macro y Micro, en combinación con el contraste cuantitativo de la Cartilla Urbanística de Managua, se concluye que el residencial cuenta con el potencial físico y el espacio remanente regulado por los alineamientos de retiros y áreas libres para asimilar modificaciones de diseño pasivo. El cruce normativo demuestra que, aunque el proyecto cumple estrictamente con las dimensiones de ocupación de suelo y retiros exigidos por la municipalidad, la dotación de suelo permeable o área verde por lote individual se encuentra al límite. Por tanto, el potencial prospectivo del conjunto depende de la aplicación de lineamientos bioclimáticos que optimicen las envolventes verticales y horizontales ya aprobadas, sin necesidad de alterar la huella constructiva o saturar las redes de infraestructura municipal.

13. Recomendaciones

Con base en los resultados obtenidos en la presente investigación, se recomienda:

Implementar un plan integral de arborización urbana con especies endémicas de Managua en las áreas verdes del Residencial Rubén Darío, complementado con estrategias de diseño pasivo que contemplen el rediseño de vanos, aleros y particiones en las viviendas pendientes de ejecución, con el propósito de mejorar el confort térmico y reducir la dependencia de sistemas de climatización artificial.

Asimismo, se propone la elaboración e implementación de un Manual de Buenas Prácticas Ambientales que incorpore medidas para la gestión integral de los residuos de construcción y demolición, el uso de fuentes de energía provisionales de menor impacto ambiental y el aprovechamiento del recurso hídrico mediante sistemas de filtrado y captación de aguas pluviales.

De igual forma, se recomienda optimizar las envolventes arquitectónicas mediante protecciones solares adecuadas a la orientación y a las condiciones climáticas locales, favoreciendo la eficiencia energética y la durabilidad de los materiales. Finalmente, se sugiere presentar los resultados, metodologías y lineamientos derivados de esta investigación ante la Alcaldía de Managua y las facultades técnicas de la UNICIT, con el fin de que sirvan como un referente técnico para la formulación de futuros proyectos habitacionales y la incorporación de criterios de sostenibilidad en la planificación y normativa urbana del municipio.

14. Bibliografía

Alcaldía de Medellín. (2019). *Ecobarrios: Estrategia de urbanismo social y sostenibilidad ambiental*. https://www.medellin.gov.co/.

Alcaldía del Poder Ciudadano de Managua. (2021). *Plan de Rehabilitación de Espacios Públicos*. https://www.managua.gob.ni/.

Banco Interamericano de Desarrollo [BID]. (2019). *Planificación urbana sostenible y disponibilidad de información técnica*. https://publications.iadb.org/es.

Banco Interamericano de Desarrollo [BID]. (2023). *Resiliencia y sostenibilidad en códigos de construcción en América Latina*. https://publications.iadb.org/es.

Brundtland, G. H. (1987). *Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo: Nuestro Futuro Común*. ONU.

Olgyay, V. (1963). Design with Climate: Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism [Diseño con el clima: Enfoque bioclimático al regionalismo arquitectónico]. Princeton University Press.

Moreno, C. (2016). La ville du quart d'heure: pour un nuevo chrono-urbanisme [La ciudad de los 15 minutos: por un nuevo cronourbanismo]. Éditions de l'Aube.

Girardet, H. (2020). Regenerative Urbanism: Principles and Practices for Sustainable Cities [Urbanismo regenerativo: principios y prácticas para ciudades sostenibles]. Routledge.

Hernández-Sampieri, R., y Mendoza, C. P. (2018). Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. McGraw-Hill Education.

Lefebvre, H. (1974). *La producción del espacio*. Anthropos.

Ley No. 217. (1996). *Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales*. La Gaceta, Diario Oficial No. 105. Nicaragua.

Ley No. 311. (2001). *Ley de Municipios*. La Gaceta, Diario Oficial. Nicaragua.

Ley No. 445. (2003). *Ley de Régimen de Propiedad Comunal*. La Gaceta, Diario Oficial No. 16. Nicaragua.

Mostafavi, M., & Doherty, G. (2010). *Ecological Urbanism*. Lars Müller Publishers.

Olgyay, V. (1963). *Design with Climate: Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism*. Princeton University Press.

ONU-Habitat. (2020). *Desafíos de las ciudades latinoamericanas y sostenibilidad*. https://unhabitat.org/es.

Organización de las Naciones Unidas [ONU]. (2015). *Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. https://sdgs.un.org/es/goals.

Ramos, G., et al. (2025). *Indoor Environmental Quality (IEQ) y eficiencia energética en Latinoamérica*.

UNESCO. (2018). *Proyectos académicos en sostenibilidad y metodologías participativas*. https://unesdoc.unesco.org/.

Universidad Nacional de Ingeniería [UNI]. (2014). *Anteproyecto de edificio multifamiliar de interés social con criterios bioclimáticos en Managua* [Tesis de grado]. Repositorio Institucional UNI.

Alcaldía de Managua. (2021). *Cartilla Urbanística para el Municipio de Managua* (1ª ed.). Dirección General de Urbanismo; Programa de Educación Urbana. https://urbanismo.managua.gob.ni/

15. Anexos

Anexo 1

Guía de entrevista llena a profesionales del área: Dirigida a arquitectos, planificadores y gestores ambientales vinculados al diseño y administración del residencial.

1. **Planificación y diseño estructural**

a. ¿Cuál fue el criterio principal para seleccionar el sistema constructivo del proyecto?Es un diseño en conjunto, pero para Managua es una construcción sismo resistente de mampostería confinada porque es un sistema a base de marcos, es un sistema que facilita porque los materiales se consiguen fácilmente.

b. ¿Qué normas o códigos técnicos se utilizaron para diseñar las estructuras? Se toman factores como: diseño estructural, las zapatas son bien diseñadas, se hace estudio de suelo, y cargas muertas y cargas vivas. Tiene mucho que ver la cimentación.

2. **Técnicas constructivas**

a. ¿Qué tipo de técnica constructiva se está utilizando (convencional, prefabricada, modular, etc.)?
   Convencional como es la mampostería, pero también con materiales prefabricados

b. ¿Se han incorporado elementos constructivos innovadores o no convencionales?
   Como es mampostería confinada, tiene la facilidad de combinarse con otros sistemas, en este caso se combina con particiones livianas. En segundo piso las particiones son livianas.

3. Materiales de construcción

a. ¿Cuáles son los materiales principales utilizados en la estructura de las viviendas?

Mortero, acero, tierra, los básicos

b. ¿Se están utilizando materiales locales o importados? ¿Por qué?

En su mayoría se importan, como calentador, tanques, bombas, en acabados más que todo son importado.

4. Control de calidad y supervisión técnica

a. ¿Qué protocolos de control de calidad se aplican durante la obra?

Lo más básico es el control en el concreto, la consistencia y el mezclado que no vaya contaminado y el tiempo de fraguado también.

b. ¿Con qué frecuencia se realizan inspecciones técnicas?

A diario

5. Eficiencia energética y sostenibilidad

a. ¿Qué elementos del sistema constructivo contribuyen a la sostenibilidad?

Paneles solares hay en la luminaria de las calles y cada dueño puede decidir implementarlo a sus casas.

b. ¿Se contemplaron métodos de construcción que reduzcan el consumo energético durante la obra?

La obra se utiliza una planta que funciona con gasolina ya que aun no tenemos energía

c. ¿Qué estrategias se aplican para reducir desperdicios y residuos en el sitio?

Se hace recolección los sábados de bolsas de cemento y se acopian en lugar de desalojo.

6. **Gestión de agua y recursos naturales**

a. ¿Se han implementado sistemas de captación de agua lluvia en las viviendas?

   El proyecto cuenta con una pila, tiene un desarenados, tiene 2 cámaras, tiene la capacidad de llenarse y evacuar.

7. **Seguridad laboral y normativa**

a. ¿Los trabajadores reciben formación sobre los métodos constructivos y sus riesgos? Los contratistas están comprometidos a que cada trabajador esté calificado para esa área y cada cierto tiempo los capacitan.

8. **Opinión profesional y proyección futura**

a. Desde su experiencia, ¿cuáles han sido los principales aciertos del sistema constructivo implementado?

   La meta de fecha de pre entrega y entrega se ha ejecutado conforme a la meta

b. ¿Qué elementos considera que podrían mejorarse en futuras fases del proyecto o en proyectos similares?

   La ejecución de actividades en paralelo.

Anexo 2. *Tabla de matriz ocupacional del suelo*

TABLA 3: MATRIZ FRECUENCIAL DE OCUPACIÓN DEL SUELO (TOTAL DEL SITIO)

Componente Espacial del Sitio	Superficie Estimada (m^2)	Porcentaje Actual (%)	Exigencia Cartilla ALMA (%)	Déficit / Brecha (%)
Superficies Pavimentadas e Infraestructura Gris	5,464.96	45.0%	20.0%	25.0%
Área Residencial / Lotes Privados (50 Lotes)	5,464.96	45.0%	60.0%	-15.0%
Área Comunal (Equipamiento Urbano)	1,214.43	10.0%	10.0%	0.0%
Área Verde Pública Estructurada (Parques)	0.00	0.0%	10.0%	-10.0%
TOTAL DEL SITIO URBANIZADO	**12,144.35**	**100.0%**	**100.0%**	**0.0%**

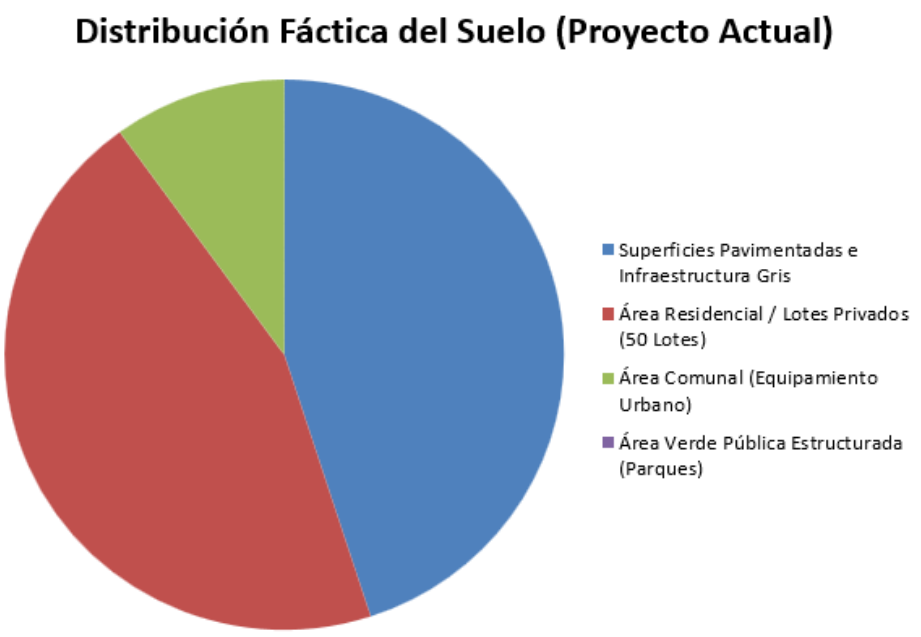
TABLA 4: MATRIZ DE FRECUENCIAS DEL ÁREA DE VIALIDAD (SISTEMA DE CIRCULACIÓN)

Componente Interno de la Vialidad	Superficie Exacta (m^2)	Porcentaje Interno (%)	Diagnóstico Técnico / Ambienta
Calles de Rodamiento (Asfalto/Adoquín)	2,206.32	67.86%	Superficie impermeable alta; foco de radiación térmica.
Andén Peatonal (Concreto)	593.90	18.27%	Pavimento peatonal continuo; carece de sombra proyectada.
Franja Verde Vial	352.76	10.85%	Área permeable lineal; útil para infiltración pero sin masa arbórea.
Cunetas	98.02	3.02%	Infraestructura gris para evacuación de escorrentías superficiales.
TOTAL ÁREA DE VIALIDAD	**3,251.00**	**100.00%**	

TABLA 5: ANÁLISIS DE CONTROL BIOCLIMÁTICO EN VIVIENDAS (LOTE 49)

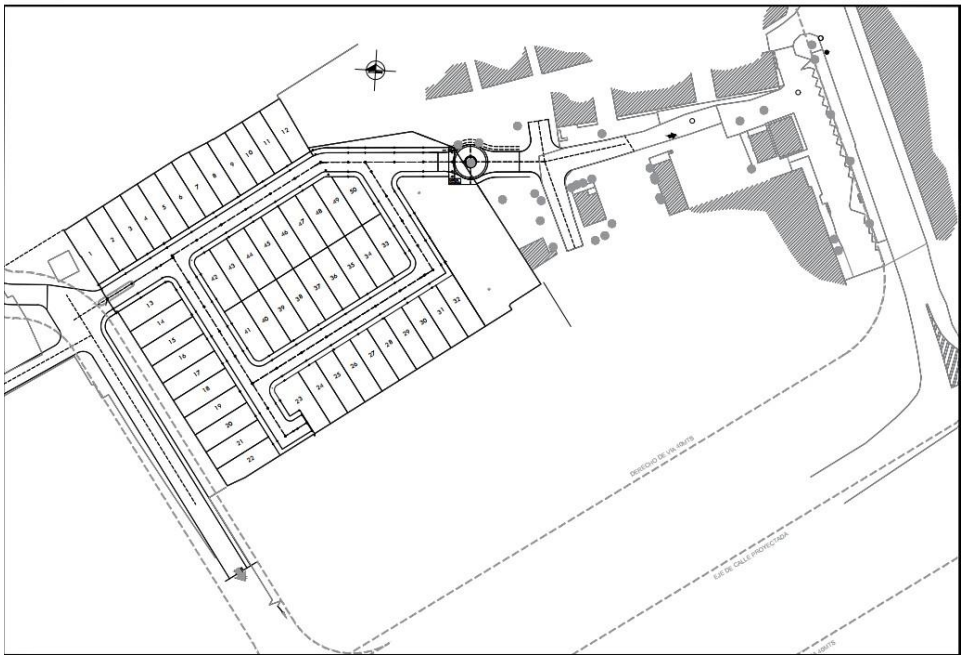
Variable de Confort Lumínico / Térmico	Diseño Proyectado (%)	Criterio Sostenible Esperado (%)	Brecha de Habitabilidad
Fachadas con Protección Solar Integrada (Aleros/Quiebrasc	0.0%	100.0%	Traslado de carga térmica directa al interior.
Ecotecnologías Pasivas de Enfriamiento	0.0%	100.0%	Dependencia futura total de climatización mecánica.

Anexo 3. *Gráfico de pastel*

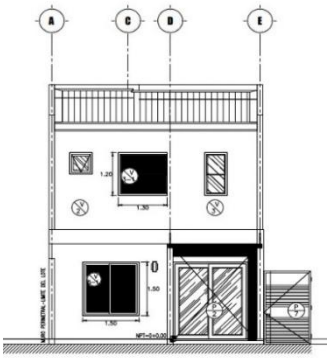


Anexo 4*. Plano de conjunto general*

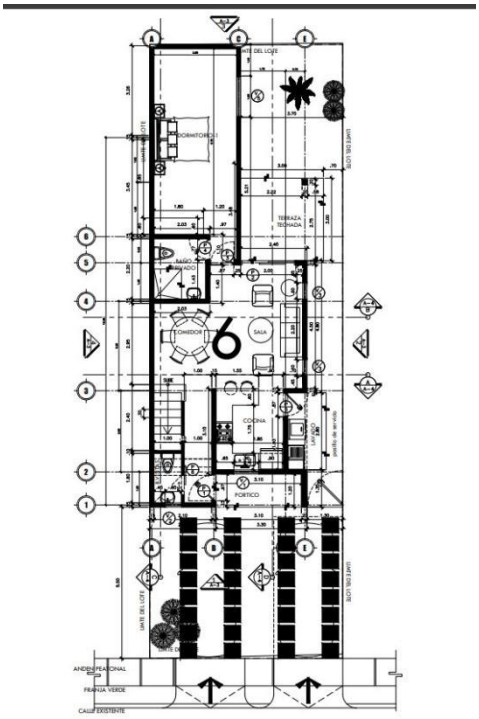
Plano 1. Plano de conjunto del residencial Rubén Darío



Plano 2. ***Plano de elevación estructural***



Plano 3. ***Plano arquitectónico del modelo Deluxe lote 6***



Anexo 5. ***Evidencia de la observación en el sitio del estudio realizado***



Fotografía 1



Fotografía 2



Fotografía 3



Fotografía 4



Fotografía 5



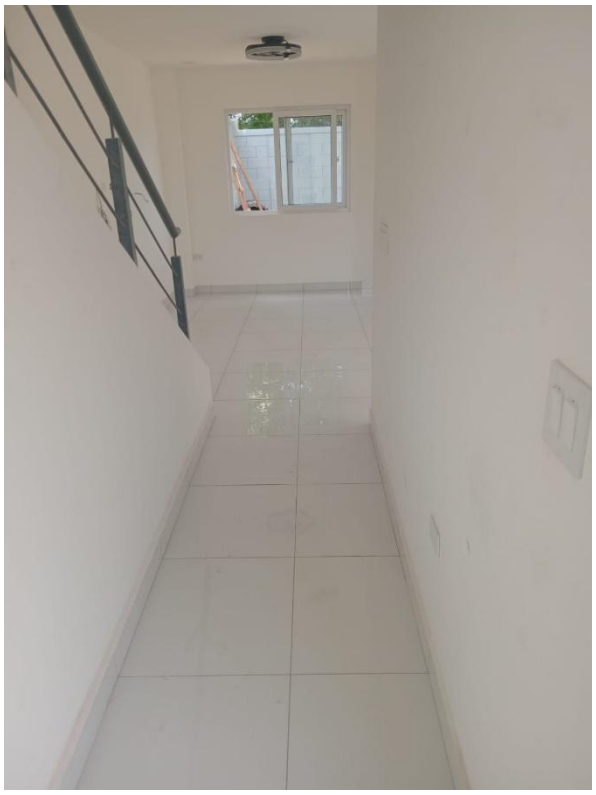
Fotografía 6



Fotografía 7



Fotografía 8



Fotografía 9



Fotografía 10



Fotografía 11