

|                                                                                   |                                                                          |  |             |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|--|-------------|
|  | Vicerrectoría de Investigación y Transferencia                           |  |             |
|                                                                                   | PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, INNOVACIÓN O CREACIÓN |  | Versión: 01 |

## 1. FICHA GENERAL DEL PROYECTO

|                                                  |                                                                                                                                                                                  |                           |            |
|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|------------|
| <b>Título del proyecto</b>                       | Análisis de los Cambios Espacio-Temporales en Asentamientos Informales y Sus Implicaciones Urbanas en Ciudades Colombianas                                                       |                           |            |
| <b>Código del proyecto</b>                       | FING-26302                                                                                                                                                                       |                           |            |
| <b>Fecha de inicio</b>                           | 19/01/2026                                                                                                                                                                       | <b>Fecha finalización</b> | 18/01/2028 |
| <b>Lugar principal de ejecución</b>              | Colombia, Cundinamarca, Bogotá D.C.                                                                                                                                              |                           |            |
| <b>Palabras claves</b>                           | Agua y Saneamiento, Asentamientos Informales, Geointeligencia Artificial, Geomática, Ingeniería Humanitaria                                                                      |                           |            |
| <b>Convocatoria</b>                              | 2025- Convocatoria Interna para Financiación de Proyectos                                                                                                                        |                           |            |
| <b>Campus al que pertenece</b>                   | Universidad de la Salle                                                                                                                                                          |                           |            |
| <b>Áreas de conocimiento</b>                     | Ingeniería y Tecnología - Ingeniería Civil                                                                                                                                       |                           |            |
| <b>Programas académicos participantes</b>        | Facultad de Ingeniería (Unidad responsable)                                                                                                                                      |                           |            |
| <b>Grupos de investigación principales</b>       | Grupo de Investigación en Infraestructura para el Desarrollo Territorial y la Sostenibilidad, Grupo en Automatización, Visión Artificial, Robótica, Control y Gestión Industrial |                           |            |
| <b>Semilleros de investigación participantes</b> | Semillero de Investigación en Modelación Numérica Aplicada A la Ingeniería Civil "simic", Asombro                                                                                |                           |            |
| <b>Líneas de investigación institucionales</b>   | Ambiente y Sustentabilidad , Territorio, Equidad y Desarrollo                                                                                                                    |                           |            |
| <b>Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)</b>  | Objetivo 10: Reducción de las desigualdades, Objetivo 11: Ciudades y comunidades sostenibles, Objetivo 6: Agua limpia y saneamiento                                              |                           |            |
| <b>Valor total del proyecto</b>                  | \$162,000,000.00                                                                                                                                                                 |                           |            |
| <b>Recursos en especie Unisalle</b>              | \$100,000,000.00                                                                                                                                                                 |                           |            |
| <b>Recursos en efectivo Unisalle</b>             | \$47,000,000.00                                                                                                                                                                  |                           |            |
| <b>Recursos en especie entidades externas</b>    | \$15,000,000.00                                                                                                                                                                  |                           |            |
| <b>Recursos en efectivo entidades externas</b>   |                                                                                                                                                                                  |                           |            |

## 2. INVESTIGADORES/INTEGRANTES PROYECTO

| Nombre                        | Número de documento | Rol en el proyecto                     | Unidad académica o administrativa | Categoría en el escalafón docente | Fecha inicio | Fecha fin  | Horas semanales |
|-------------------------------|---------------------|----------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--------------|------------|-----------------|
| DIANA JANETH LANCHEROS CUESTA | 52314175            | Coinvestigador Universidad de la Salle | Ingeniería de Software            | Asociado III                      | 19/01/2026   | 18/01/2028 | 2               |
| Manuela Pinilla               | 1098617825          | Asesor Externo Internacional           |                                   |                                   | 19/01/2026   | 30/06/2027 | 2               |
| MARÍA                         | 1113036624          | Coinvestigador                         | Facultad de                       | Asistente III                     | 19/01/2026   | 18/01/2028 | 4               |

|                                                                                   |                                                                          |  |             |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|--|-------------|
|  | Vicerrectoría de Investigación y Transferencia                           |  |             |
|                                                                                   | PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, INNOVACIÓN O CREACIÓN |  | Versión: 01 |

|                              |            |                                                |                  |              |            |            |   |
|------------------------------|------------|------------------------------------------------|------------------|--------------|------------|------------|---|
| ALEJANDRA CAICEDO LONDOÑO    |            | r Universidad de la Salle                      | Ingeniería       |              | 6          |            |   |
| MARTÍN ERNESTO RIASCOS CAIPE | 1130664687 | Coinvestigador Universidad de la Salle         | Ingeniería Civil | Asistente II | 19/01/2026 | 18/01/2028 | 6 |
| SANDRA YANET VELAZCO FLOREZ  | 60371136   | Investigador Principal Universidad de la Salle | Ingeniería Civil | Asociado I   | 19/01/2026 | 18/01/2028 | 6 |

### 3. FINANCIADORES DEL PROYECTO

| Nombre entidad                                                                    | Rol      | Tipo de financiación            | Dinero       | Especie       | Total de aportes |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------|---------------------------------|--------------|---------------|------------------|
| Juan Caballero - Programa Entidad Externa                                         | Aliada   | Cofinanciación Externa Nacional | \$0          | \$15,000,000  | \$15,000,000     |
| Universidad de la Salle - Programa Facultad de Ingeniería                         | Ejecutor | Contrapartida Interna           | \$0          | \$100,000,000 | \$100,000,000    |
| Universidad de la Salle - Programa Vicerrectoría de Investigación y Transferencia | Ejecutor | Cofinanciación Interna          | \$48,000,000 | \$0           | \$48,000,000     |

|                   |                  |
|-------------------|------------------|
| Total de aportes: | \$163,000,000.00 |
|-------------------|------------------|

### 4. GRUPOS DE INVESTIGACIÓN INTERNOS

| Código     | Nombre del grupo                                                                             | Líder Grupo                   | Categorización Minciencias |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|----------------------------|
| COL0017431 | Grupo en Automatización, Visión Artificial, Robótica, Control y Gestión Industrial           | DIANA JANETH LANCHEROS CUESTA | CATEGORÍA B, CATEGORÍA A,  |
| COL0026495 | Grupo de Investigación en Infraestructura para el Desarrollo Territorial y la Sostenibilidad | No registra un líder activo   | CATEGORÍA B, CATEGORÍA A,  |

### 5. GRUPOS DE INVESTIGACIÓN EXTERNOS

|                                                                                   |                                                                          |             |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-------------|
|  | Vicerrectoría de Investigación y Transferencia                           |             |
|                                                                                   | PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, INNOVACIÓN O CREACIÓN | Versión: 01 |

| Nombre del grupo | Institución | Líder del grupo | Categorización Minciencias |
|------------------|-------------|-----------------|----------------------------|
|                  |             |                 |                            |

## 6. SEMILLEROS DE INVESTIGACIÓN

| Código  | Nombre semillero                                                                          | Grupo semillero                                                                              | Líder del semillero          |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| SI-FI9  | Semillero de Investigación en Modelación Numérica Aplicada A la Ingeniería Civil “simic”. | Grupo de Investigación en Infraestructura para el Desarrollo Territorial y la Sostenibilidad | LUIS EFRÉN AYALA ROJAS       |
| SI-FI19 | Asombro                                                                                   | Grupo de Investigación en Infraestructura para el Desarrollo Territorial y la Sostenibilidad | MARTÍN ERNESTO RIASCOS CAIPE |

## 7. CONTENIDO DEL PROYECTO

| Resumen ejecutivo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Este proyecto aborda la transformación espacio-temporal de los asentamientos informales en contextos urbanos latinoamericanos, con especial atención a ciudades colombianas, mediante la integración de técnicas geomáticas y modelos avanzados de inteligencia artificial (IA).</p> <p>Se parte de una problemática estructural: al menos el 25% de la población urbana en América Latina vive en asentamientos informales, caracterizados por su origen no planificado, alta vulnerabilidad socioambiental y exclusión de los sistemas formales de información y planificación. A través del análisis de imágenes satelitales multitemporales, datos geoespaciales, y modelos de aprendizaje automático (supervisado y no supervisado), el proyecto busca detectar, mapear y modelar el crecimiento de estos territorios con alta precisión espacial y temporal. Esto permitirá identificar patrones de ocupación y expansión, evaluar factores de riesgo, y generar insumos clave para la toma de decisiones en planificación urbana, regularización territorial y provisión de servicios.</p> <p>El enfoque metodológico del proyecto es exploratorio–predictivo que combina herramientas de geomática como los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y plataformas como Google Earth Engine, con algoritmos de IA entrenados para reconocer morfologías urbanas informales. Asimismo, se contempla la validación cruzada con información oficial y datos de campo, asegurando la aplicabilidad institucional de los resultados.</p> <p>Este proyecto representa una innovación científico-técnica en la interfaz entre inteligencia artificial y justicia espacial. Sus impactos esperados incluyen: Impacto científico, mediante el desarrollo de metodologías replicables de detección y análisis espacial de informalidad urbana. Al igual que, un impacto social, al fortalecer la capacidad de los gobiernos locales para intervenir con base en evidencia en comunidades marginadas y, no menos importante, un impacto ambiental, al facilitar la identificación de áreas en riesgo ecológico y promover una ocupación urbana más sostenible.</p> <p>Finalmente, es de resaltar que esta investigación está alineada con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS 10, 11 y</p> |

|                                                                                   |                                                                          |             |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-------------|
|  | Vicerrectoría de Investigación y Transferencia                           |             |
|                                                                                   | PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, INNOVACIÓN O CREACIÓN | Versión: 01 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>6), y su contribución se enfoca en reducir desigualdades, fomentar ciudades sostenibles y ampliar el acceso equitativo a servicios básicos. Al generar una base sólida de información procesable, el proyecto fortalece la gobernanza territorial, la inclusión social y la resiliencia urbana en contextos del Sur Global.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <p><b>Problema de investigación: Contexto y Justificación</b></p> <p>Según el Banco Interamericano de Desarrollo (2022), más del 25% de la población urbana en América Latina y el Caribe reside en asentamientos informales, fenómeno que representa un desafío estructural para la planificación urbana, la sostenibilidad territorial y la equidad social en la región. Estos asentamientos emergen como respuesta a la demanda insatisfecha de vivienda formal, desarrollándose sin planificación ni regulación, generalmente mediante procesos de autoconstrucción en zonas marginales y de alto riesgo.</p> <p>La informalidad urbana conlleva múltiples problemáticas interrelacionadas: acceso limitado a servicios básicos (agua potable, saneamiento, electricidad, salud), vivienda precaria, infraestructura deficiente o inexistente (como calles pavimentadas y transporte público), y una marcada inseguridad en la tenencia del suelo. A menudo se localizan en territorios propensos a desastres naturales o en zonas ambientalmente frágiles, lo que agrava las condiciones de vulnerabilidad de sus habitantes (CEPAL, 2023).</p> <p>La ausencia de datos precisos y actualizados sobre la ubicación, expansión y morfología de estos asentamientos limita gravemente la capacidad institucional para intervenir de forma eficiente. Muchos de ellos no están registrados en los catastros urbanos ni en los mapas oficiales, lo que genera su exclusión de políticas públicas, presupuestos y servicios esenciales. Esta invisibilidad territorial dificulta la formulación de estrategias integrales de intervención, regularización y desarrollo sostenible.</p> <p>En este contexto, es urgente desarrollar herramientas tecnológicas innovadoras que permitan identificar, monitorear y caracterizar con mayor precisión la evolución espacio-temporal de los asentamientos informales. Si bien las tecnologías geomáticas y los modelos de inteligencia artificial (IA) han demostrado ser prometedores para el análisis urbano, su aplicación específica a la informalidad urbana en América Latina sigue siendo incipiente, poco adaptada al contexto local y con baja transferencia a la gestión pública.</p> <p>El problema de investigación se centra, por tanto, en la necesidad de superar la brecha existente entre el potencial técnico de la geomática y la IA, y su uso efectivo para informar políticas públicas que mejoren la calidad de vida y la inclusión territorial de las comunidades que habitan en la informalidad. Abordar esta brecha no solo permitiría una planificación urbana más precisa y equitativa, sino también una intervención más oportuna y sostenible en uno de los fenómenos más complejos y persistentes del desarrollo urbano en la región.</p> |
| <p><b>Pregunta de investigación</b></p> <p>¿De qué manera la integración de técnicas geomáticas con modelos avanzados de inteligencia artificial puede optimizar la detección, caracterización y gestión espacio-temporal de asentamientos informales en contextos urbanos latinoamericanos, y qué brechas subsisten en su aplicación para apoyar políticas públicas basadas en evidencia?. Respondiendo además a una necesidad crítica en el campo de la planificación urbana sostenible en América Latina, donde más del 25% de la población habita en asentamientos informales, según datos recientes del BID y CEPAL (2022–2023)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <p><b>Estado del arte</b></p> <p>El crecimiento exponencial de la población urbana a nivel global ha propiciado la proliferación de asentamientos informales, caracterizados por desarrollarse al margen de la planificación territorial, ignorando la zonificación, el uso</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

|                                                                                   |                                                                          |             |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-------------|
|  | Vicerrectoría de Investigación y Transferencia                           |             |
|                                                                                   | PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, INNOVACIÓN O CREACIÓN | Versión: 01 |

formal del suelo y la provisión adecuada de servicios urbanos básicos (Ambugadu & Hosni, 2022). Esta expansión desregulada representa un reto estructural para las ciudades, especialmente en el Sur Global, donde se estima que uno de cada cuatro habitantes urbanos en América Latina reside en condiciones de informalidad habitacional (González, 2022).

Los asentamientos informales –también denominados barrios informales, villas, favelas o campamentos, según el contexto nacional– emergen como respuesta a la demanda insatisfecha de vivienda. Su expansión sostenida y autoconstruida, generalmente en zonas de alto riesgo, genera un déficit habitacional creciente, asociado a la precariedad estructural, la inseguridad en la tenencia del suelo, y la carencia de servicios esenciales como agua potable, saneamiento, energía o transporte (CEPAL, 2023).

A pesar de su relevancia demográfica y territorial, los asentamientos informales siguen estando subrepresentados en los instrumentos oficiales de planificación y catastro urbano (Noth & Cinnamon, 2023). Esta exclusión impide que los gobiernos locales puedan diseñar políticas públicas basadas en evidencia para la regularización, inclusión y provisión de infraestructura adecuada. En este contexto, surge la necesidad de herramientas que permitan diferenciar morfológicamente estos asentamientos del crecimiento urbano formal, analizar sus causas sociales y proyectar sus dinámicas espacio-temporales (Tellman et al., 2022).

Desde la literatura científica, el fenómeno ha sido abordado desde diversas perspectivas. Destacan tres enfoques principales: (1) el desarrollo de métodos de detección y mapeo a partir de imágenes satelitales y técnicas de teledetección (Kohli et al., 2012; Kuffer et al., 2016; Taubenböck & Kraff, 2014); (2) la teorización del crecimiento informal desde la urbanística y los estudios sociales (Dovey, 2012); y (3) el análisis de políticas públicas para proponer estrategias de intervención y regularización (Chatterji, 2005; Marx et al., 2013). Sin embargo, aún persiste una brecha crítica en la integración de estos enfoques con herramientas tecnológicas emergentes y escalables, como la inteligencia artificial (IA) aplicada a datos geoespaciales.

Estudios recientes han comenzado a explorar el uso de modelos de aprendizaje profundo (deep learning) y otras técnicas de IA para identificar patrones de ocupación informal a partir de imágenes multitemporales de alta resolución (Ansari et al., 2020; Mboga et al., 2017; Persello & Stein, 2017). Asimismo, plataformas geoespaciales abiertas como Google Earth Engine y herramientas de código abierto (QGIS, Python/ML) están facilitando el acceso y procesamiento de grandes volúmenes de datos para el monitoreo urbano dinámico. No obstante, estos avances requieren validación contextual, especialmente en territorios con alta heterogeneidad urbana como los latinoamericanos.

En términos de gobernanza, la generación de información geoespacial actualizada y confiable es clave para el diseño, implementación y evaluación de políticas públicas urbanas. Su uso se extiende desde el diagnóstico de necesidades hasta la priorización de intervenciones y la evaluación de impactos (Acevedo, 2023). La visualización precisa de los asentamientos informales, incluyendo su evolución temporal y condiciones físicas, permite no solo su integración en planes de desarrollo territorial, sino también su inclusión en mecanismos formales como catastro, provisión de servicios y procesos de regularización (ONU-Habitat, 2018).

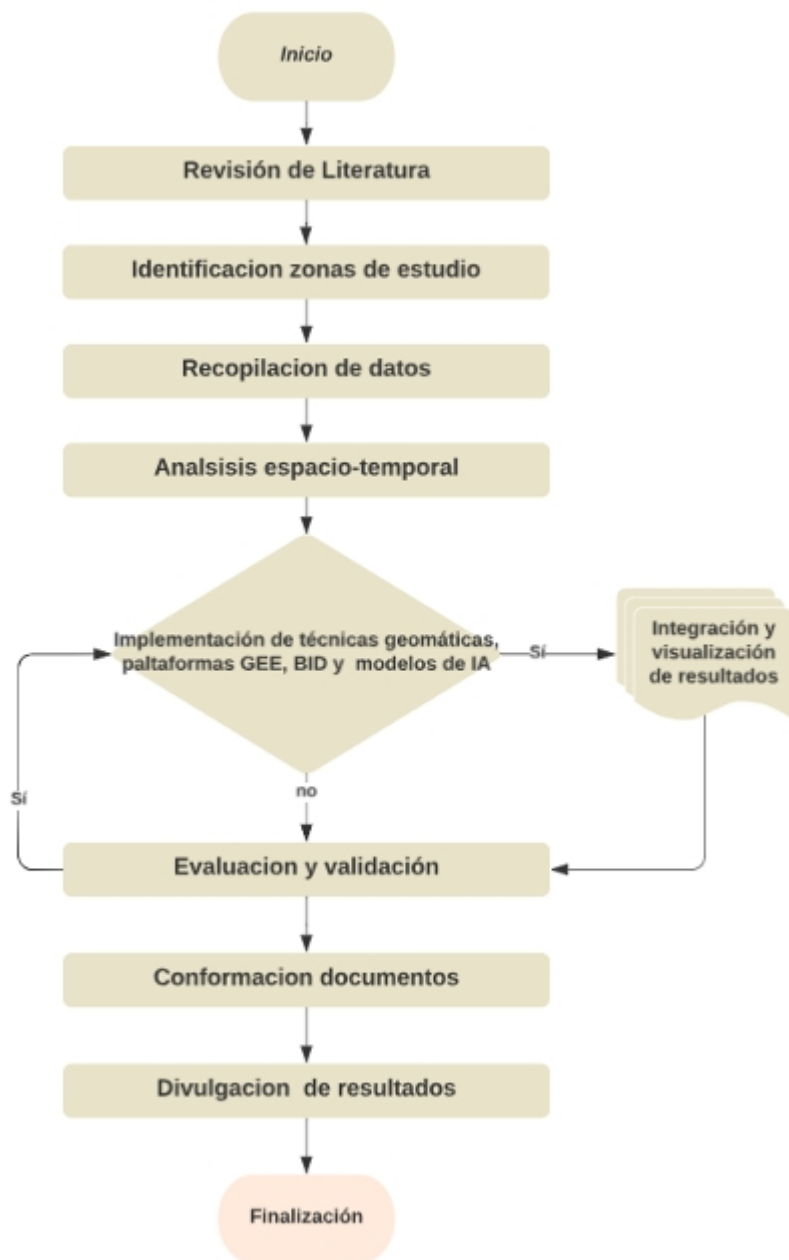
Finalmente, la detección y monitoreo de asentamientos informales contribuye directamente al cumplimiento de varios Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), entre ellos el ODS 11 (Ciudades y comunidades sostenibles), el ODS 10 (Reducción de las desigualdades) y el ODS 6 (Agua limpia y saneamiento). Instituciones como UNICEF y el BID ya han comenzado a utilizar estos enfoques para orientar intervenciones sociales y territoriales (FDL\_Europe, 2022), evidenciando el potencial transformador de vincular la inteligencia artificial, la geomática y la justicia espacial en

|                                                                                   |                                                                          |             |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-------------|
|  | Vicerrectoría de Investigación y Transferencia                           |             |
|                                                                                   | PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, INNOVACIÓN O CREACIÓN | Versión: 01 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| contextos urbanos complejos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Objetivo general</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Evaluar los cambios espacio-temporales en asentamientos informales mediante la integración de modelos de inteligencia artificial y técnicas geomáticas, con el fin de generar insumos analíticos para la planificación urbana sostenible y basada en evidencia.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Objetivos específicos</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 1) Recolectar datos multitemporales y geoespaciales relevantes sobre asentamientos informales, asegurando su calidad, homogeneidad y disponibilidad para el análisis automatizado<br>2) Desarrollar modelos de aprendizaje automático que permitan identificar, clasificar y mapear patrones de expansión de asentamientos informales en distintas escalas espacio-temporales.<br>3) Analizar los factores que condicionan el crecimiento informal urbano mediante herramientas geomáticas, con el fin de comprender las dinámicas socio-territoriales e identificar zonas prioritarias de intervención.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Conocimiento que generará el proyecto</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <p>Este proyecto no solo tiene el potencial de generar avances científicos significativos, sino que también puede tener un impacto positivo y duradero que contribuye a un desarrollo urbano más equitativo y sostenible.</p> <p><b>Impacto Científico.</b> El proyecto contribuirá al avance del conocimiento en el campo de la geomática y la inteligencia artificial aplicadas a la planificación urbana. Al desarrollar y validar modelos predictivos y descriptivos, se generarán nuevas metodologías y herramientas que pueden ser utilizadas en estudios futuros. Además, la integración de datos satelitales y geoespaciales con técnicas de IA proporcionará una base sólida para investigaciones interdisciplinarias, fomentando la innovación en la gestión de asentamientos informales.</p> <p><b>Impacto Social.</b> Al proporcionar datos precisos y actualizados sobre la expansión y las condiciones de estos asentamientos, las autoridades y organizaciones pueden diseñar políticas y programas más efectivos para abordar las necesidades de estas comunidades. En este sentido, el proyecto tiene el potencial de mejorar la calidad de vida de las comunidades que viven en asentamientos informales. Esto incluye la mejora de infraestructuras, servicios básicos y la implementación de estrategias de regularización y desarrollo urbano inclusivo</p> <p><b>Impacto Ambiental.</b> El análisis espacio-temporal de los asentamientos informales también tiene implicaciones ambientales importantes, ya que, al entender cómo y dónde se están expandiendo estos asentamientos, se pueden identificar áreas de riesgo ambiental y desarrollar estrategias para mitigar los impactos negativos que se presentan en las áreas afectadas, como la deforestación, la contaminación y la degradación del suelo. Además, la planificación urbana basada en datos puede promover un desarrollo más sostenible, protegiendo áreas sensibles y fomentando prácticas de uso del suelo más responsables.</p> |

## 8. METODOLOGÍA PROPUESTA

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>El proyecto se desarrollará bajo un enfoque exploratorio–predictivo, de carácter cuantitativo y computacional, integrando herramientas de geomática e inteligencia artificial para el análisis espacio-temporal de asentamientos informales. El diseño es descriptivo y explicativo, orientado a caracterizar los patrones de crecimiento informal y explicar sus causas, implicaciones técnicas y potencial de intervención. A continuación se presenta el enfoque a realizar por fases:</p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|



### Fase 1. Revisión y fundamentación conceptual

- Definir el problema de investigación, objetivos y preguntas clave.
- Realizar una revisión sistemática de literatura científica y bases de datos de patentes relacionadas con el uso de IA, geomática y planificación urbana en contextos de informalidad.
- Identificar metodologías, brechas y enfoques previos relevantes para el diseño del modelo propuesto.

|                                                                                   |                                                                          |             |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-------------|
|  | Vicerrectoría de Investigación y Transferencia                           |             |
|                                                                                   | PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, INNOVACIÓN O CREACIÓN | Versión: 01 |

## Fase 2. Selección de casos y delimitación del área de estudio

- Establecer los criterios de selección de las ciudades y/o zonas urbanas a estudiar (por ejemplo, densidad de asentamientos informales, disponibilidad de datos, condiciones de riesgo).
- Delimitar espacial y temporalmente los casos de análisis, asegurando representatividad y viabilidad logística.

## Fase 3. Recolección y preprocesamiento de datos

- Fuentes primarias: Imágenes satelitales multitemporales (Sentinel, Landsat), datos LiDAR, ortofotografías, plataformas como Google Earth Engine y bases del BID.
- Fuentes secundarias: Planes de ordenamiento territorial (POT), cartografía oficial, datos del DANE, IDECA, IGAC, estudios de riesgo, catastros y bases institucionales.
- Preprocesar los datos mediante limpieza, normalización, georreferenciación y organización en capas temáticas para su posterior análisis.

## Fase 4. Modelado y análisis espacio-temporal

- Aplicar técnicas geomáticas utilizando SIG (QGIS, ArcGIS) para caracterizar la distribución y transformación de los asentamientos informales.
- Implementar algoritmos de detección de cambio multitemporal y análisis de métricas (expansión superficial, densidad, patrones de borde, etc.).
- Desarrollar modelos de aprendizaje automático
- Integrar datos socioeconómicos para enriquecer el análisis espacial y vincular patrones físicos con dinámicas sociales.

## Fase 5. Validación y mejora de modelos

- Validar los resultados mediante comparación con datos de campo, registros institucionales y verificación en terreno (cuando sea viable).
- Calibrar y ajustar los modelos para reducir falsos positivos/negativos y mejorar la generalización en distintas condiciones urbanas.

## Fase 6. Síntesis, aplicación y transferencia

- Generar mapas, dashboards interactivos y reportes técnicos con los hallazgos más relevantes.
- Proponer estrategias de intervención territorial, gestión del riesgo y priorización de servicios para las zonas detectadas.
- Formular recomendaciones de política pública basadas en evidencia geoespacial y predicciones del modelo.

## Fase 7. Socialización y divulgación

- Publicar artículos científicos en revistas indexadas (Scopus/WoS).
- Participar en eventos académicos y técnicos con enfoque de apropiación social del conocimiento, con actores institucionales (Entidades gubernamentales y de planificación territorial, comunidad en asentamientos informales, organizaciones sociales o ONGs, Academia) para promover la adopción de herramientas desarrolladas.

|                                                                                   |                                                                          |             |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-------------|
|  | Vicerrectoría de Investigación y Transferencia                           |             |
|                                                                                   | PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, INNOVACIÓN O CREACIÓN | Versión: 01 |

## 9. CONSIDERACIONES ÉTICAS

|                                                                |                                       |
|----------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Requiere comité de ética                                       | Si                                    |
| Justificación comité de ética                                  | Avalado por la Facultad de ingeniería |
| Descripción general de las consideraciones éticas del proyecto | No registra información               |
| <b>Principios éticos</b>                                       |                                       |
| Respeto a las personas                                         | No registra información               |
| Beneficencia                                                   | No registra información               |
| Justicia                                                       | No registra información               |
| No maleficencia                                                | No registra información               |
| <b>Gestión de la información recolectada</b>                   |                                       |
| Habeas data                                                    | No registra información               |
| Tipo de información a obtener                                  | No registra información               |
| Confidencialidad y privacidad                                  | No registra información               |
| Observaciones y registros                                      | No registra información               |
| <b>Otras consideraciones</b>                                   |                                       |
| Protocolos de bioseguridad                                     | No registra información               |
| Conflicto de intereses                                         | No registra información               |
| Protección al medio ambiente                                   | No registra información               |

## 10. PERMISOS

| Nombre del permiso | Detalle del permiso | Fecha estimada |
|--------------------|---------------------|----------------|
|                    |                     |                |

## 11. CRONOGRAMA

| Actividad                                                | Tiempo (meses) |            | Responsable actividad           |
|----------------------------------------------------------|----------------|------------|---------------------------------|
|                                                          | Desde          | Hasta      |                                 |
| Revisión Bibliográfica                                   | 19/01/2026     | 30/06/2026 | MARÍA ALEJANDRA CAICEDO LONDOÑO |
| Identificación Zonas de Trabajo                          | 19/01/2026     | 31/03/2026 | MARTÍN ERNESTO RIASCOS CAIPE    |
| Recolección de Datos                                     | 19/01/2026     | 31/10/2026 | DIANA JANETH LANCHEROS CUESTA   |
| Recolectción de Datos e Implementación de Herramientas   | 19/01/2026     | 31/10/2027 | SANDRA YANET VELAZCO FLOREZ     |
| Diseño y Validación Del Modelo de Aprendizaje Automático | 19/02/2026     | 17/12/2026 | SANDRA YANET VELAZCO FLOREZ     |
| Análisis Espacio-Temporal                                | 01/08/2026     | 29/10/2027 | SANDRA YANET VELAZCO FLOREZ     |
| Conformación Documentos                                  | 01/01/2027     | 31/12/2027 | MARÍA ALEJANDRA CAICEDO LONDOÑO |
| Evaluación y Validación                                  | 02/08/2027     | 31/12/2027 | SANDRA YANET VELAZCO FLOREZ     |
| Divulgación Resultados                                   | 01/11/2027     | 31/12/2027 | Sofia Andrade                   |

## 12. PRODUCTOS ESPERADOS

|                                                                                   |                                                                          |             |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-------------|
|  | Vicerrectoría de Investigación y Transferencia                           |             |
|                                                                                   | PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, INNOVACIÓN O CREACIÓN | Versión: 01 |

| Tipología                                                                         | Subtipología                                                                                                       | Producto categoría                                    | Cantidad | Fecha de entrega propuesta |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------|----------------------------|
| Productos Resultados de Actividades de Generación de Nuevo Conocimiento           | Artículos publicados en revista indexada Scopus/Web of Science                                                     | Artículos Q1, Q2, Q3 y Q4(ARTÍCULO Q3)                | 1        | 30/06/2027                 |
| Productos Resultados de Actividades de Desarrollo Tecnológico e Innovación        | Productos Tecnológicos Certificados o Validados                                                                    | Softwares(SF)                                         | 1        | 01/12/2027                 |
| Productos Resultados de Actividades de Divulgación Pública de la Ciencia.         | Circulación de Conocimiento Especializado                                                                          | Evento Científico con Componente de Apropiación(EC_A) | 1        | 01/06/2027                 |
| Productos de Actividades Relacionadas con la Formación de Recurso Humano en Ctei. | Direcciones de Trabajo de Pregrado                                                                                 | Trabajos de Pregrado Aprobado(TP_B)                   | 2        | 31/07/2026                 |
| Productos de Actividades Relacionadas con la Formación de Recurso Humano en Ctei. | Direcciones de Trabajo de Grado de Maestría                                                                        | Trabajo de Maestría Aprobada(TM_B)                    | 1        | 16/12/2026                 |
| Productos de Actividades Relacionadas con la Formación de Recurso Humano en Ctei. | Proyectos de Investigación y Desarrollo, Investigación - Creación, e Investigación, Desarrollo e Innovación (Id+I) | Proyectos de Investigación y Desarrollo(PID_A)        | 1        | 12/05/2025                 |

### 13. IMPACTOS DEL PROYECTO

| Tipo de impacto   | Tipo de plazo | Justificación                                                                                                                                                                                                                                                                             | Indicadores definidos                                                                                                                                                                              |
|-------------------|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Impacto Ambiental | Corto plazo   | Por tanto, esta investigación aporta no solo al conocimiento académico, sino también a la toma de decisiones técnicas y estratégicas para promover una planificación urbana más eficiente, inclusiva y segura, por parte de las entidades gubernamentales y de planificación territorial, | Identificación y georreferenciación de al menos 3 zonas de riesgo ambiental (como rondas hídricas, áreas de reserva o suelos inestables) con presencia de asentamientos informales en crecimiento. |

|                                                                                   |                                                                          |             |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-------------|
|  | Vicerrectoría de Investigación y Transferencia                           |             |
|                                                                                   | PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, INNOVACIÓN O CREACIÓN | Versión: 01 |

|                |             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                              |
|----------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                |             | comunidad en asentamientos informales, organizaciones sociales o ONGs y la Academia, en línea con los objetivos de sostenibilidad y justicia social.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                              |
| Impacto Social | Corto plazo | En el contexto urbano colombiano, los asentamientos informales han crecido significativamente como resultado de procesos de urbanización acelerada, desigualdades socioeconómicas y una planificación territorial insuficiente. Desde la perspectiva de la ingeniería civil, estudiar los cambios espacio-temporales de estos asentamientos resulta fundamental para comprender no solo sus dinámicas de crecimiento, sino también sus implicaciones técnicas en el desarrollo de infraestructura y sostenibilidad urbana y facilitar la toma de decisiones por parte de los entes gubernamentales y de planificación territorial, al igual que de la comunidad en asentamientos informales. | Reportes y mapas identificando zonas con alta presencia de asentamientos informales, y propuestas de uso en procesos de planificación o intervención social. |

#### 14. APORTE SOCIAL

| Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Este proyecto representa un aporte social significativo al brindar herramientas tecnológicas avanzadas para la identificación, caracterización y gestión de asentamientos informales en ciudades colombianas. Al generar información precisa, actualizada y accesible sobre la dinámica espacio-temporal de estas comunidades, se fortalece la capacidad de las autoridades locales y actores sociales para diseñar políticas públicas más inclusivas, equitativas y basadas en evidencia. De este modo, el proyecto contribuye directamente a mejorar la calidad de vida de poblaciones históricamente marginadas, al facilitar su acceso a servicios básicos, infraestructura urbana y procesos de regularización, promoviendo así la justicia espacial y el desarrollo urbano sostenible |

|                                                                                   |                                                                                 |             |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-------------|
|  | <b>Vicerrectoría de Investigación y Transferencia</b>                           |             |
|                                                                                   | <b>PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, INNOVACIÓN O CREACIÓN</b> | Versión: 01 |

## 15. PRESUPUESTO

| Rubro                                | Cuenta                    | Financiador                                                                                | Valor           | Tipo financiación               |
|--------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|---------------------------------|
| Recurso humano                       | Profesional con doctorado | Juan Caballero (Especie)<br>- Programa Entidad Externa                                     | \$15,000,000.00 | Cofinanciación Externa Nacional |
| Costos de publicación                | Edición y publicación     | Universidad de la Salle (Dinero) - Programa Vicerrectoría de Investigación y Transferencia | \$5,000,000.00  | Cofinanciación Interna          |
| Equipos                              | Equipos                   | Universidad de la Salle (Dinero) - Programa Vicerrectoría de Investigación y Transferencia | \$8,000,000.00  | Cofinanciación Interna          |
| Eventos científicos                  | Tiquetes aéreos           | Universidad de la Salle (Dinero) - Programa Vicerrectoría de Investigación y Transferencia | \$2,500,000.00  | Cofinanciación Interna          |
| Inscripción-participación en eventos | Costo de la inscripción   | Universidad de la Salle (Dinero) - Programa Vicerrectoría de Investigación y Transferencia | \$2,500,000.00  | Cofinanciación Interna          |
| Materiales e Insumos                 | Materiales e Insumos      | Universidad de la Salle (Dinero) - Programa Vicerrectoría de Investigación y Transferencia | \$14,000,000.00 | Cofinanciación Interna          |
| Materiales e Insumos                 | Materiales e Insumos      | Universidad de la Salle (Dinero) - Programa Vicerrectoría de Investigación y Transferencia | \$14,000,000.00 | Cofinanciación Interna          |
| Materiales e Insumos                 | Materiales e Insumos      | Universidad de la Salle (Dinero) - Programa Vicerrectoría de Investigación y Transferencia | \$14,000,000.00 | Cofinanciación Interna          |

|                                                                                   |                                                                                 |             |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-------------|
|  | <b>Vicerrectoría de Investigación y Transferencia</b>                           |             |
|                                                                                   | <b>PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, INNOVACIÓN O CREACIÓN</b> | Versión: 01 |

|                      |                           |                                                                                            |                 |                        |
|----------------------|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------------|
|                      |                           | Transferencia                                                                              |                 |                        |
| Materiales e Insumos | Materiales e Insumos      | Universidad de la Salle (Dinero) - Programa Vicerrectoría de Investigación y Transferencia | \$14,000,000.00 | Cofinanciación Interna |
| Salidas de campo     | Hospedaje                 | Universidad de la Salle (Dinero) - Programa Vicerrectoría de Investigación y Transferencia | \$3,000,000.00  | Cofinanciación Interna |
| Salidas de campo     | Transporte aéreo          | Universidad de la Salle (Dinero) - Programa Vicerrectoría de Investigación y Transferencia | \$9,000,000.00  | Cofinanciación Interna |
| Salidas de campo     | Transporte terrestre      | Universidad de la Salle (Dinero) - Programa Vicerrectoría de Investigación y Transferencia | \$3,000,000.00  | Cofinanciación Interna |
| Recurso humano       | Profesional con doctorado | Universidad de la Salle (Especie) - Programa Facultad de Ingeniería                        | \$54,000,000.00 | Contrapartida Interna  |
| Recurso humano       | Profesional con maestría  | Universidad de la Salle (Especie) - Programa Facultad de Ingeniería                        | \$46,000,000.00 | Contrapartida Interna  |

|                                               |                         |
|-----------------------------------------------|-------------------------|
| <b>TOTAL PROYECTO</b>                         | <b>\$162,000,000.00</b> |
| <b>TOTAL APORTES ESPECIE UNISALLE</b>         | <b>\$100,000,000.00</b> |
| <b>TOTAL APORTES EFECTIVO UNISALLE</b>        | <b>\$47,000,000.00</b>  |
| <b>TOTAL APORTES ESPECIE ENTIDAD EXTERNA</b>  | <b>\$15,000,000.00</b>  |
| <b>TOTAL APORTES EFECTIVO ENTIDAD EXTERNA</b> |                         |

## 16. RIESGOS DEL PROYECTO

|                                                                                   |                                                                          |             |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-------------|
|  | Vicerrectoría de Investigación y Transferencia                           |             |
|                                                                                   | PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, INNOVACIÓN O CREACIÓN | Versión: 01 |

| Nombre del riesgo             | Causa                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Efecto                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Manejo previsto                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Riesgo Operacional            | <p>Restricciones de acceso a zonas con asentamientos informales (por razones de seguridad, propiedad privada o condiciones ambientales).</p> <p>Falta de respuesta o colaboración oportuna de entidades territoriales o comunidades locales.</p> <p>Dificultades logísticas (equipos, drones, conectividad, personal) en las zonas seleccionadas para estudio de caso.</p> <p>Rotación o disponibilidad intermitente del equipo investigador y técnico en las fases críticas del cronograma.</p> | <p>Retrasos en la recolección de datos de campo, esenciales para la validación de modelos geomáticos e IA.</p> <p>Limitación en la representatividad geográfica de los casos de estudio, afectando la validez general de los resultados.</p>                                                                                                                                                                           | <p>Selección estratégica de zonas piloto con criterios de accesibilidad, seguridad y viabilidad logística.</p> <p>Coordinación anticipada con autoridades locales, organizaciones comunitarias y actores territoriales.</p> <p>Uso de herramientas remotas (drones, imágenes satelitales, plataformas participativas en línea) como alternativa a presencia física.</p> <p>Diseño de un plan logístico detallado y flexible, con cronogramas escalonados y actividades paralelas.</p> <p>Inclusión de personal técnico local y alianzas con universidades o instituciones regionales para facilitar la operación.</p>                                                     |
| Riesgo Técnico y Tecnológicos | <p>Dependencia de tecnologías emergentes como modelos de inteligencia artificial (IA), plataformas de procesamiento geoespacial (Google Earth Engine, QGIS, UAVs/drones) y datos satelitales de alta resolución (Sentinel, Landsat), cuyos algoritmos o flujos de trabajo aún están en constante evolución y podrían no estar completamente validados para entornos urbanos informales de alta variabilidad</p>                                                                                  | <p>Fallos en la precisión de clasificación de asentamientos informales (falsos positivos o negativos).</p> <p>Inconsistencias espaciales o temporales en los datos procesados.</p> <p>Retrasos en los cronogramas de análisis y validación si los modelos no convergen o no son reproducibles en diferentes contextos urbanos.</p> <p>Posible subutilización de resultados por parte de actores gubernamentales si</p> | <p>Validación cruzada con datos reales recolectados en campo.</p> <p>Entrenamiento de modelos IA con múltiples fuentes de datos y escenarios diversos para mejorar robustez y generalización.</p> <p>Uso de herramientas abiertas y documentadas (QGIS, Google Earth Engine, Python/ML) para asegurar trazabilidad y replicabilidad.</p> <p>Asesoría técnica externa (consultores especializados en geomática e IA urbana).</p> <p>Fase de prueba piloto en una zona urbana antes de la aplicación completa.</p> <p>Inclusión de revisiones intermedias con entidades como el Ministerio de Vivienda o Planeación Territorial para asegurar alineación institucional.</p> |

|  |  |                                                                                                                     |  |
|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  |  | los datos no se interpretan correctamente o no cumplen con los estándares técnicos mínimos para toma de decisiones. |  |
|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

17. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

| Referencias bibliográficas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Ansari, R. A., Malhotra, R., &amp; Buddhiraju, K. M. (2020). Identifying Informal Settlements Using Contourlet Assisted Deep Learning. <i>Sensors</i>, 20(9), 2733.</p> <p>Ambugadu, Monday &amp; Hosni, Nafisa. (2022). Identifying Informal Settlements In Satellite Images For Sustainable Urban Planning: A Systematic Review Of Methods Available. <i>Journal of Information System and Technology Management</i>. 7. 102-119. 10.35631/JISTM.725008.</p> <p>Acevedo, P. (2023, enero 10). Informando lo informal: estrategias para generar información en asentamientos precarios. <i>Ciudades Sostenibles</i>. <a href="https://blogs.iadb.org/ciudades-sostenibles/es/informando-informal-estrategias-generar-informacion-asentamientos-precarios-informales/">https://blogs.iadb.org/ciudades-sostenibles/es/informando-informal-estrategias-generar-informacion-asentamientos-precarios-informales/</a></p> <p>Bhangale, U., Rathod, V., Rajgor, N., Rami, J., &amp; Kurte, K. (2016). Identification of informal settlement using Remote Sensing Images. Paper presented at the Proceedings of the International Conference on Advances in Information Communication Technology &amp; Computing.</p> <p>Bosque-Sendra, Joaquin &amp; García, Rosa. (2000). El uso de los sistemas de Información Geográfica en la planificación territorial. <i>Anales de geografía de la Universidad Complutense</i>, ISSN 0211-9803, Nº 20, 2000, pags. 49-67. 20.</p> <p>Bouskela, M. (2020, enero 3). Drones para monitorear el crecimiento de los asentamientos informales en Manaus, Brasil. <i>Ciudades Sostenibles</i>. <a href="https://blogs.iadb.org/ciudades-sostenibles/es/drones-para-monitorear-el-crecimiento-de-los-asentamientos-informales-en-manaos-brasil/">https://blogs.iadb.org/ciudades-sostenibles/es/drones-para-monitorear-el-crecimiento-de-los-asentamientos-informales-en-manaos-brasil/</a></p> <p>Cepal. (2023) Asentamientos informales. (s/f). Cepal.org. Recuperado el 29 de octubre de 2024, de <a href="https://plataformaurbana.cepal.org/es/urban-themes/65-asentamientos-informales">https://plataformaurbana.cepal.org/es/urban-themes/65-asentamientos-informales</a></p> <p>Chatterji, R. (2005). Plans, habitation and slum redevelopment: The production of community in Dharavi, Mumbai. <i>Contributions to Indian Sociology</i>, 39(2), 197–218. <a href="https://doi.org/10.1177/006996670503900201">https://doi.org/10.1177/006996670503900201</a></p> <p>Dovey, K. (2012). Informal urbanism and complex adaptive assemblage. <i>International Development Planning Review</i>, 34(4), 349–368. <a href="https://doi.org/10.3828/idpr.2012.23">https://doi.org/10.3828/idpr.2012.23</a></p> <p>Gadiraju, K. K., Vatsavai, R. R., Kaza, N., Wibbels, E., &amp; Krishna, A. (2018). Machine learning approaches for slum detection using very high resolution satellite images. Paper presented at the 2018 IEEE International Conference on data Mining Workshops (ICDMW).</p> <p>FDL_Europe. (2022). Mapping Informal Settlements in Developing Countries using Machine Learning with Noisy Annotations and Multi-resolution Multi-spectral data. (s/f). Recuperado el 31 de octubre de 2024, de <a href="https://frontierdevelopmentlab.github.io/informal-settlements/">https://frontierdevelopmentlab.github.io/informal-settlements/</a>.</p> <p>Gram-Hansen, B. J., Helber, P., Varatharajan, I., Azam, F., Coca-Castro, A., Kopackova, V., &amp; Bilinski, P. (2019). Mapping informal settlements in developing countries using machine learning and low resolution multi-spectral data. Paper presented at the Proceedings of the 2019 AAAI/ACM Conference on AI, Ethics, and Society. (Geomatics, s/f)</p> <p>Heavy.Ai. (2024). Geomatics. Recuperado el 31 de octubre de 2024, de <a href="https://www.heavy.ai/technical-glossary/geomatics">https://www.heavy.ai/technical-glossary/geomatics</a></p> <p>Hofmann, P., &amp; Bekkarnayeva, G. (2017). Object-based change detection of informal settlements. Paper presented at the 2017 Joint Urban Remote Sensing Event (JURSE).</p> <p>González, L. A. M. (2022, febrero 22). ¿Puede la Inteligencia Artificial ayudar a reducir la informalidad urbana?: Descubre MAIIA, el</p> |

|                                                                                   |                                                                          |             |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-------------|
|  | Vicerrectoría de Investigación y Transferencia                           |             |
|                                                                                   | PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, INNOVACIÓN O CREACIÓN | Versión: 01 |

nuevo software del BID. Ciudades Sostenibles. <https://blogs.iadb.org/ciudades-sostenibles/es/inteligencia-artificial-informalidad-urbana/>

Hogeun Park, Peilei Fan, Ranjeet John, Zutao Ouyang, Jiquan Chen. (2019). Spatiotemporal changes of informal settlements: Ger districts in Ulaanbaatar, Mongolia, *Landscape and Urban Planning*. Volume 191, 103630, ISSN 0169-2046, <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2019.103630>.

Ibrahim, M. R., Titheridge, H., Cheng, T., & Haworth, J. (2019). predictSLUMS: A new model for identifying and predicting informal settlements and slums in cities from street intersections using machine learning. *Computers, environment and urban systems*, 76, 31-56.

Kamalipour, H., & Dovey, K. (2019). Mapping the visibility of informal settlements. *Habitat International*, 85, 63-75.

Kohli, D., Sliuzas, R., Kerle, N., & Stein, A. (2012). An ontology of slums for image-based classification. *Computers, Environment and Urban Systems*, 36(2), 154–163. <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2011.11.001>

Kuffer, M., Barros, J., & Sliuzas, R. V. (2014). The development of a morphological unplanned settlement index using very-high-resolution (VHR) imagery. *Computers, environment and urban systems*, 48, 138-152.

Kuffer, M., Pfeffer, K., & Sliuzas, R. (2016). Slums from space—15 years of slum mapping using remote sensing. *Remote Sensing*, 8(6), 455. <https://doi.org/10.3390/rs8060455>

Marx, B., Stoker, T., & Suri, T. (2013). The economics of slums in the developing world. *The Journal of Economic Perspectives: A Journal of the American Economic Association*, 27(4), 187–210. <https://doi.org/10.1257/jep.27.4.187>

Mboga, N., Persello, C., Bergado, J. R., & Stein, A. (2017). Detection of informal settlements from VHR images using convolutional neural networks. *Remote Sensing*, 9(11), 1106.

Navarro, J. (2023). ¡La Geo Inteligencia Artificial (GeoIA) revoluciona la Geomática y la Topografía: el futuro de la geoinformación está aquí! <https://www.linkedin.com/pulse/la-geo-inteligencia-artificial-geoia-revoluciona-y-el/>

Noth, T. & Cinnamon, J. (2023). Spatiotemporal development of informal settlements in Cape Town, 2000 to 2020: An open data approach. 133. 102753. 10.1016/j.habitatint.2023.102753.

ONU-Habitat. (29 de junio 2018). Hacer de los asentamientos informales parte de la ciudad. Onu-habitat.org. Recuperado el 29 de octubre de 2024, de <https://onu-habitat.org/index.php/hacer-de-los-asentamientos-informales-parte-de-la-ciudad>

Persello, C., & Stein, A. (2017). Deep fully convolutional networks for the detection of informal settlements in VHR images. *IEEE geoscience and remote sensing letters*, 14(12), 2325-2329

Prabhu, R., Parvathavarthini, B., & Alaguraja, A. R. (2021). Integration of deep convolutional neural networks and mathematical morphology-based postclassification framework for urban slum mapping. *Journal of Applied Remote Sensing*, 15(1), 014515.

Taubenböck, H., & Kraff, N. J. (2014). The physical face of slums: a structural comparison of slums in Mumbai, India, based on remotely sensed data. *Journal of Housing and the Built Environment*, 29(1), 15–38. <https://doi.org/10.1007/s10901-013-9333-x>

Tellman, B., Eakin, H. y Turner, B. (2022). Identificación, proyección y evaluación de patrones espaciales de expansión urbana informal. *Journal of Land Use Science*, 17 (1), 100–112. <https://doi.org/10.1080/1747423X.2021.2020919>

Tingzon, I., Dejito, N., Flores, R. A., De Guzman, R., Carvajal, L., Erazo, K. Z., . . . Ghani, R. (2020). Mapping New Informal Settlements using Machine Learning and Time Series Satellite Images: An Application in the Venezuelan Migration Crisis. *arXiv preprint arXiv:2008.13583*.