

UAI-UFLO-UCU
CIAU 1
I CONGRESO DE INVESTIGACION EN ARQUITECTURA&URBANISMO
19-20 de Noviembre de 2025

Auspicio de Universidad Atlántida / Universidad Católica de Santa Fé /
Universidad San Pablo de Tucuman / Universidad de Mendoza / Universidad
Privada de Santa Cruz de la Sierra-Bolivia

**TECNOLOGIAS MULTIESCALARES EN LA ENSEÑANZA PROYECTUAL:
EL CASO DEL TALLER INTENSIVO EXTRACLAUSTRO 2025 EN SUCRE,
BOLIVIA**

Ricardo Ruiz Garvia¹

Palabras clave: SIG; BIM; gemelo digital; urbanismo multiescalar; prototipado digital

Resumen

El *Taller Intensivo Extraclaustró* (2025), desarrollado en Sucre por la UPSA - Bolivia, integró tecnologías digitales multiescalares -Sistemas de Información Geográfica (SIG) y Modelado de Información de la Construcción (BIM)- como herramientas de análisis, diseño y aprendizaje proyectual. El estudio se centró en el Barrio El Abra, una zona de transición entre el centro histórico y la periferia caracterizada por su complejidad topográfica y crecimiento informal.

El objetivo de la investigación fue demostrar cómo la articulación entre SIG, BIM tienen la capacidad de generar Gemelos Digitales para fortalecer los procesos formativos y proyectuales en contextos urbanos complejos, promoviendo una comprensión multiescalar del territorio y una respuesta arquitectónica contextualizada. Durante el taller se definieron cinco sitios de intervención donde los estudiantes desarrollaron propuestas arquitectónicas en BIM que articularon vivienda, equipamientos y comercio, priorizando una visión contemporánea coherente con la topografía y el paisaje.

El proceso culminó con la construcción de una maqueta colectiva a escala 1:300 mediante corte láser e impresión 3D, integrando resultados digitales y materiales. Los hallazgos confirman el valor pedagógico y técnico de la interoperabilidad entre SIG y BIM, aunque evidencian limitaciones en su compatibilidad. El estudio reafirma que la tecnología amplía la comprensión del territorio, pero no sustituye la observación directa ni la sensibilidad humana, dimensiones esenciales en la práctica arquitectónica.

Introducción

La enseñanza de la arquitectura enfrenta el desafío de integrar tecnologías digitales que permitan comprender y proyectar la ciudad en múltiples escalas, articulando información geoespacial, datos abiertos y herramientas de diseño digital (Farag & Doheim, 2025; Sohail et al., 2025). Este horizonte tecnológico encuentra un campo de aplicación concreto en el *Taller Intensivo Extraclaustró* (TIE), un programa anual de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo (FADU) de la Universidad Privada de Santa Cruz de la Sierra (UPSA).

¹ Profesor-Investigador de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Privada de Santa Cruz de la Sierra–UPSA.

De esa manera, el objetivo de esta investigación es analizar la incorporación de tecnologías digitales multiescalares incluyendo Sistemas de Información Geográfica (SIG), Modelado de Información de la Construcción (BIM) y gemelos digitales urbanos (GDU) y revisar los resultados obtenidos para fortalecer la formación académica, la práctica proyectual arquitectónica y la planificación urbana que se desarrolló en el marco del TIE 2025.

Desde 1996, el TIE ha realizado 25 ediciones con el propósito de que los estudiantes se desenvuelvan en contextos diferenciados y vivan experiencias académicas diversas. Su dinámica combina tres semanas de trabajo inmersivo en un entorno externo con una última semana en las aulas de la UPSA, y se ha desarrollado en provincias de Santa Cruz, en otros departamentos de Bolivia y en el ámbito internacional.

En 2025, el taller reunió a 17 estudiantes de Arquitectura de octavo semestre en Sucre, una ciudad boliviana declarada Patrimonio Cultural de la Humanidad por la UNESCO y reconocida por su valor histórico, arquitectónico y cultural. El objetivo fue explorar y desarrollar estrategias de diseño urbano y arquitectónico que respondieran de manera integral a las crecientes demandas de vivienda y equipamiento público en un marco de sostenibilidad, resiliencia y cohesión social.

La propuesta se centró en la incorporación de tecnologías multiescalares, en el área de intervención situada en el Barrio El Abra, Distrito 5 de Sucre. A través de la interoperabilidad entre QGIS y Revit, se promovió un enfoque que vincula la observación territorial con la toma de decisiones proyectuales, optimizando el proceso de diseño con una mayor aproximación a la complejidad urbana a través de grandes datos.

El contexto de Sucre brindó un marco idóneo para esta experiencia. De acuerdo con Ramón Gutiérrez (1997), esta ciudad, reconocida por su patrimonio histórico y su trazado fundacional, se ha posicionado como una de las poblaciones de mayor interés arquitectónico de América por la homogeneidad de su paisaje urbano, la calidad de sus obras monumentales y la conciencia de su población sobre el valor de su conjunto.

En paralelo, se identificó que Sucre avanza en un proceso de planificación de largo plazo, impulsado por la Agenda Urbana de Sucre, que es un instrumento estratégico que orienta el desarrollo social, económico y territorial con visión a 15 años (Gobierno Autónomo Municipal de Sucre, 2022). Este documento identifica como una de las problemáticas al crecimiento disperso de la mancha urbana y señala la necesidad de conservar el equilibrio ambiental y fortalecer la identidad cultural, en concordancia con los lineamientos de la Nueva Agenda Urbana (ONU, 2016).

En este marco, el TIE se alineó con las políticas locales al proponer una regeneración equilibrada basada en el concepto de arquitectura híbrida programática, que combina vivienda social, equipamiento urbano y espacios comerciales y de servicios. La pertinencia de incorporar tecnologías digitales en entornos históricos ha sido ampliamente destacada en la literatura especializada: los GDU, entendidos como réplicas virtuales que integran datos en tiempo real y registros históricos, se consolidan como herramientas capaces de impulsar nuevos paradigmas de planificación al permitir análisis de escenarios proyectuales y gestión integral de recursos.

La zona de intervención seleccionada se ubica en un espacio de transición entre la ciudad patrimonial y un eje urbano desarticulado del crecimiento periférico de

Sucre. Se configura como un vacío urbano degradado situado al sur del centro de Sucre, entre los cerros Churuquella -al oeste- y Sica Sica -al este-, sin funciones definidas y con evidente deterioro. Bajo esta perspectiva, el taller planteó una estrategia de activación para generar un nuevo tejido urbano mediante programas habitacionales y equipamientos contemporáneos, orientados a la regeneración del sector y a su integración con la trama urbana circundante (Scovazzi, 1996; Gutman, 2001).

El proceso combinó trabajo de campo, análisis geoespacial y modelado digital en cuatro semanas intensivas. En una primera fase se levantaron datos abiertos y se analizaron planos temáticos elaborados por el Centro de Investigaciones CIUDAD de la UPSA (www.ciudadupsa.org), que permitieron comprender la estructura urbana y los patrones de ocupación del suelo.

Entre los participantes se construyó un GDU en Revit de manera colaborativa, utilizando como base los datos obtenidos y procesados en QGIS. Este modelo fue cotejado in situ para garantizar su fiabilidad, verificándose con éxito mediante la medición de altitudes con aplicaciones móviles. Con el GDU validado, se definieron cinco sitios de intervención y el grupo de diecisiete estudiantes se organizó en equipos de tres a cuatro integrantes para el análisis inicial de cada área.

Posteriormente, cada estudiante desarrolló su propia propuesta de conjunto habitacional y equipamiento urbano en BIM, generando gemelos digitales arquitectónicos individuales que se articularon sobre el análisis multiescalar y el diseño colaborativo, fortaleciendo competencias para enfrentar los retos contemporáneos de la planificación urbana, la sostenibilidad ambiental y la integración de tecnologías digitales en la práctica arquitectónica.

Marco teórico

Forma urbana de los centros y su relación con la periferia

El estudio de la forma urbana permite comprender los contrastes entre los centros históricos compactos y las áreas periféricas en expansión. Desde la morfología urbana -definida como el análisis de los elementos físicos que estructuran la ciudad, como tramas, calles, parcelas y edificaciones- es posible identificar las lógicas de crecimiento, los procesos de transformación y las tensiones entre compacidad y dispersión (Oliveira, 2016)

Este enfoque permite ir más allá de la memoria o de la sola conservación patrimonial, al centrarse en la configuración material y en las relaciones espaciales que modelan la ciudad en su conjunto.

En el caso de América Latina, los centros históricos constituyen el núcleo primario de la estructura urbana. Su trazado fundacional, generalmente compacto y de alta densidad, contrasta con las expansiones periféricas caracterizadas por una ocupación más laxa y fragmentada.

Como destaca Oliveira (2016), el análisis de tejidos urbanos y de las transiciones entre ellos permite revelar procesos en curso, así como oportunidades para recomponer la forma de la ciudad de manera más equilibrada.

Sucre ilustra este fenómeno con claridad. Su centro histórico conserva una morfología compacta que concentra valor arquitectónico y cohesión espacial (Gutiérrez, 1997), mientras que sus bordes se expanden de forma dispersa, a menudo sin responder a la lógica ni a la escala del núcleo patrimonial. Durante el TIE, este contraste se asumió como punto de partida: el objetivo del taller no fue replicar la imagen histórica de la ciudad, sino identificar sus espacios

naturales, sus conexiones -o desconexiones- y las posibles transiciones que podrían fortalecer su estructura urbana.

Análisis geoespacial y gemelos digitales

El estudio de la forma urbana muestra los contrastes entre centros históricos compactos y periferias dispersas, y encuentra un aliado fundamental en las herramientas de análisis geoespacial y, más recientemente, en los GDU. Estas tecnologías trasladan la lectura morfológica -tramas, calles, parcelas y patrones de crecimiento- a un entorno de datos dinámicos que favorece una comprensión multiescalar de la ciudad y sus procesos de transformación (Stojanovski, 2022). En este sentido, los GDU reproducen el espacio físico e integran información geográfica, ambiental y social en tiempo real, generando modelos interactivos capaces de simular escenarios de desarrollo y evaluar su impacto (Ruiz et al, 2023).

Como describen Knopf, Macq y Wentland (2025), estas plataformas funcionan como laboratorios virtuales que permiten anticipar cambios, optimizar recursos y promover la participación pública en la toma de decisiones. Su capacidad de articular tecnología, conocimiento y gobernanza las convierte en una herramienta estratégica para enfrentar los desafíos de las ciudades contemporáneas.

Stojanovski (2022) subraya que la incorporación del análisis geoespacial en la morfología urbana abre nuevas posibilidades para detectar patrones espaciales, identificar relaciones entre compacidad y dispersión y evaluar la conectividad del tejido urbano.

Aplicadas al caso de Sucre, estas tecnologías permiten reconocer la morfología compacta del centro histórico y su contraste con las expansiones periféricas fragmentadas, proporcionando una base objetiva para diseñar intervenciones que mejoren la integración urbana.

Estos aspectos se inscriben en la discusión contemporánea sobre *smart cities*, que evidencia la afinidad entre los GDU y las estrategias de gestión urbana. Al integrar análisis geoespacial, *big data* y BIM, los GDU se consolidan como una interfaz proyectual idónea.

En este marco, el TIE demostró que esta articulación abre la posibilidad de nuevas estrategias de diseño, permitiendo que la lectura de la forma urbana se traduzca en propuestas integrales que articulen con coherencia el contexto, el concepto y el contenido proyectual.

Contexto, concepto y contenido

La reflexión de Bernard Tschumi en su artículo *Contexto, concepto y contenido* (2004) ha sido una base teórica oportuna para interpretar el diseño arquitectónico como una interacción dinámica entre tres dimensiones que pueden vincularse de manera recíproca, indiferente o conflictiva. Este planteamiento resulta pertinente para el análisis de intervenciones en entornos patrimoniales, donde la lectura de la forma urbana y de sus contrastes espaciales exige un enfoque que articule condicionantes físicos, ideas proyectuales y programas de uso.

En primer lugar, el contexto no es solo el entorno físico inmediato, ya que abarca la morfología histórica, la topografía, las redes de espacios verdes y las tensiones entre compacidad y dispersión que caracterizan a muchas ciudades latinoamericanas. Comprender estos factores permite reconocer cómo las propuestas arquitectónicas pueden dialogar con el lugar, adoptar una posición

neutral o incluso establecer un contraste deliberado que evidencie procesos de renovación urbana.

El concepto -entendido por el autor como la idea generadora del proyecto- adquiere relevancia cuando se lo relaciona con datos provenientes del análisis geoespacial y de modelos digitales como los GDU. Desde esta perspectiva, el concepto es una estrategia que responde a las condiciones detectadas en la lectura morfológica, pudiendo buscar continuidad, hibridación o ruptura frente a las estructuras existentes.

Finalmente, el contenido -equivalente al programa y a las actividades que dotan alma al proyecto- se configura como el ámbito en el que las decisiones espaciales se traducen en usos concretos. Su definición depende tanto de los estudios de densidad, conectividad y movilidad como de la intención de regenerar y activar el tejido urbano, mostrando que el contenido también es una herramienta de transformación que trasciende la mera función.

En conjunto, la propuesta de Tschumi permite comprender que contexto, concepto y contenido son variables en constante negociación. Aplicada al análisis de la ciudad de Sucre, esta perspectiva teórica vincula la morfología urbana con los instrumentos contemporáneos de análisis geoespacial y modelado digital, ofreciendo un marco oportuno para explorar cómo el diseño arquitectónico puede dialogar con el pasado, enfrentar las demandas del presente y anticipar escenarios futuros.

Metodología

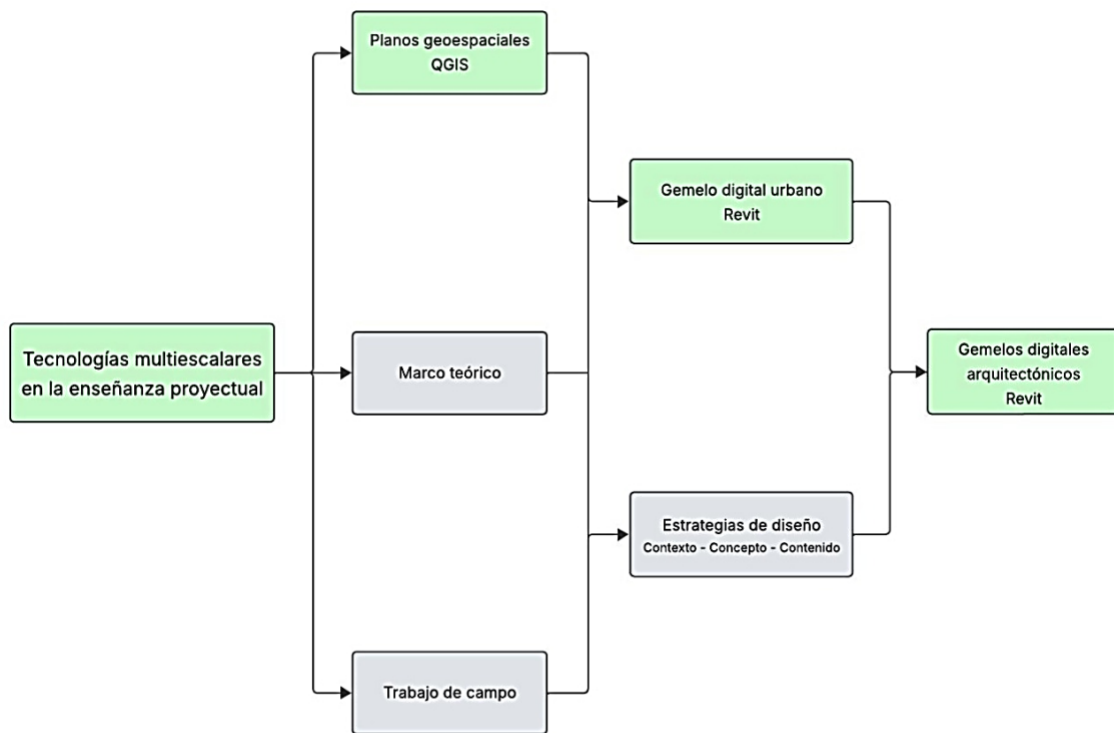
La investigación se concibió como un estudio proyectual multiescalar, combinando trabajo de campo, análisis geoespacial y modelado digital para explorar estrategias de diseño urbano y arquitectónico. Se adoptó un enfoque exploratorio y aplicado, orientado a generar propuestas basadas en datos espaciales y a validar tecnologías digitales en un entorno patrimonial.

Para la base de información, se emplearon datos abiertos de cartografía urbana e imágenes satelitales procesados en QGIS por el Centro de Investigaciones CIUDAD de la UPSA, que otorgó planos temáticos de morfología urbana, topografía, densidad y conectividad. El trabajo de campo incluyó recorridos para la verificación de altitudes con aplicaciones móviles y registro de las condiciones del centro histórico y de la periferia inmediata, identificando vacíos urbanos y áreas de transición.

Con estos insumos, los estudiantes elaboraron de manera colaborativa el GDU en Revit, validado in situ para garantizar su precisión. Este modelo interoperable entre SIG y BIM permitió simular escenarios de intervención y evaluar variables de densidad, conectividad y sostenibilidad. A partir del GDU se definieron cinco sitios de intervención.

Los 17 estudiantes se organizaron en equipos de tres a cuatro integrantes para el análisis inicial y, posteriormente, cada participante desarrolló una propuesta individual de conjunto habitacional y equipamiento urbano en BIM, generando su propio gemelo digital arquitectónico. Las decisiones de diseño se guiaron por la tríada teórica de Tschumi (2004) -contexto, concepto y contenido- entendida como campos dinámicos que podían relacionarse de forma recíproca, indiferente o conflictiva, integrando la lectura de la forma urbana con la generación de partidos arquitectónicos contemporáneos (Figura 1).

Figura 1. Esquema metodológico



Resultados y discusión

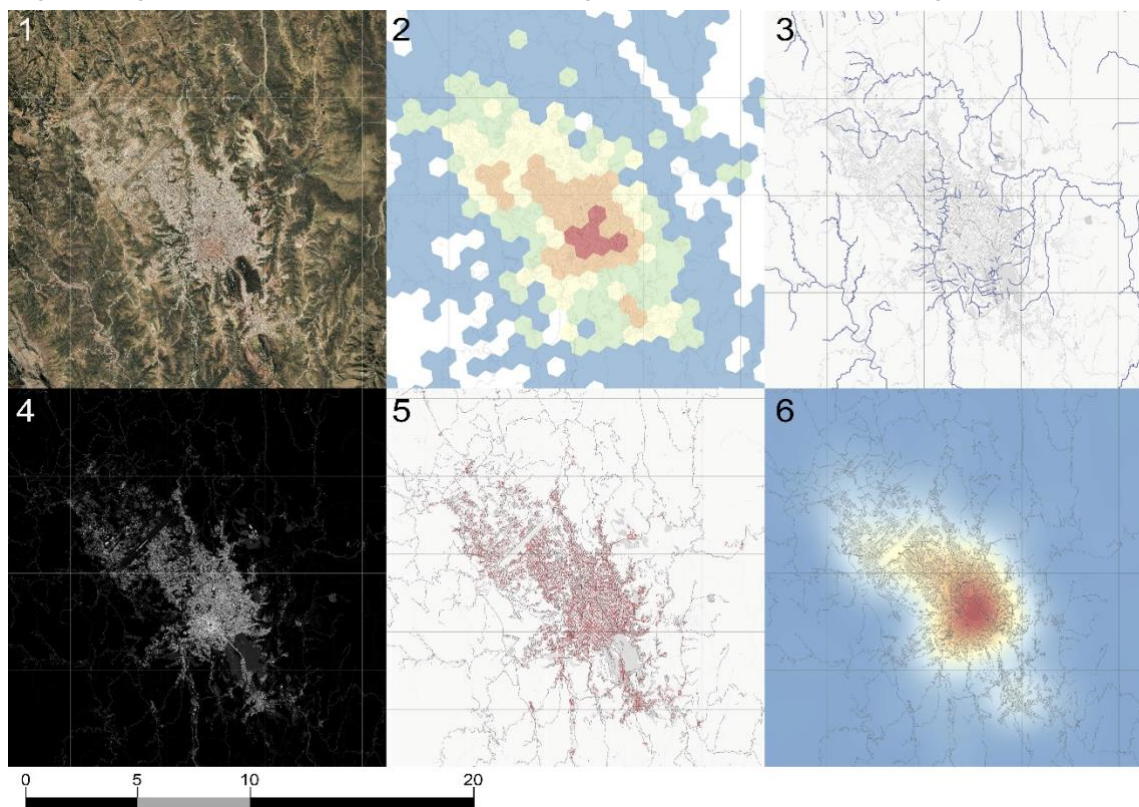
Análisis geoespacial y definición del área de intervención

El primer conjunto de resultados corresponde a una compilación de seis planos geoespaciales elaborados por el Centro de Investigaciones CIUDAD de la UPSPA y analizados durante los primeros días del TIE 2025 en Sucre (Figura 2). Estos planos conforman una lectura multiescalar del territorio, articulando variables morfológicas, topográficas, demográficas y digitales que permitieron comprender la estructura urbana y los patrones de expansión de la ciudad (Knopf, Macq y Wentland, 2025).

El Plano 1 presenta una imagen satelital del área urbana de Sucre, en la que se identifica con claridad un núcleo compacto y altamente conectado en el centro histórico, en contraste con una periferia menos articulada y fragmentaria. En las zonas periurbanas se observa cómo la topografía y los accidentes geográficos modelan los procesos de dispersión que se encuentran actualmente en desarrollo.

El Plano 2 introduce una representación mediante celdas hexagonales H3 que expresan la densidad demográfica del área urbana, generada a partir de grandes datos de la plataforma Kontur disponibles en Human Data Exchange (ONU, 2024). Esta visualización permite identificar concentraciones poblacionales y gradientes de ocupación que refuerzan la tendencia a la expansión hacia el sur y suroeste de la ciudad.

Figura 2. Planos temáticos geoespaciales. 1: Vías. 2: Densidad Demográfica. 3: Cuerpos y Cursos de Agua. 4: Figura-Fondo. 5: Puntos de Conectividad Digital. 6: Calor de Conectividad Digital.



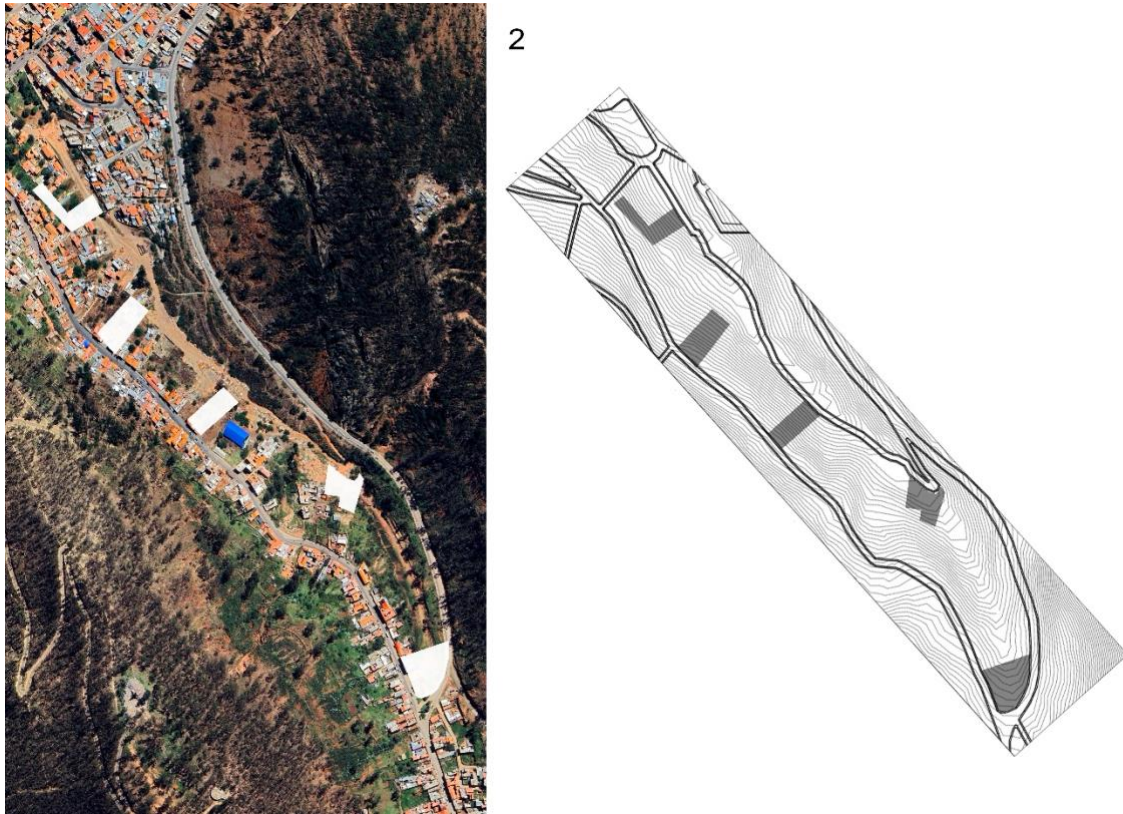
Fuente: Centro de Investigaciones CIUDAD (2024), con base en Google Maps OpenStreetMap (2024), Geofabrik (2024), Sirko et al (2024), Meta for Good (2024) a través de Humanitarian Data Exchange (2024).

El Plano 3 muestra los cursos de agua y drenajes naturales del territorio, revelando su influencia sobre los límites urbanos y sobre la configuración de los asentamientos informales en áreas de riesgo. El Plano 4, correspondiente al análisis figura–fondo, expone la huella edificada de Sucre. Este plano resulta particularmente revelador, pues permite distinguir con precisión las zonas consolidadas, los sectores en proceso de densificación y las áreas fragmentadas que caracterizan la periferia.

Los Planos 5 y 6 incorporan información proveniente de *Meta for Good* que refleja la intensidad de conexiones digitales a Facebook durante 2024. El primero utiliza una representación a través de puntos, mientras que el segundo traduce los mismos datos a un mapa de calor, evidenciando una correlación entre la densidad de actividad digital y la concentración poblacional. En conjunto, estos planos aportan una lectura inédita de la conectividad física y digital de la ciudad, permitiendo vincular fenómenos sociales contemporáneos con su estructura espacial (Ruiz, 2024).

La definición del sitio de intervención se estableció a partir de las evidencias obtenidas mediante los planos temáticos geoespaciales analizados en la fase inicial del taller. A partir de la lectura combinada de variables morfológicas, topográficas, demográficas y de conectividad territorial, se determinó que el área con un potencial significativo para el estudio y la experimentación proyectual se ubica en el Barrio El Abra, dentro del Distrito 5 de Sucre (Figura 3).

Figura 3. Área de intervención. Imagen 1: Plano de la mancha urbana de Sucre. Imagen 2: Barrio El Abra, Distrito 5, Sucre.



Fuente: Participantes TIE con base en Centro de Investigaciones CIUDAD (2024), Bing Satellite OpenStreetMap (2024) y Geofabrik (2024) a través de Humanitarian Data Exchange (2024).

Esta zona se configura como un punto estratégico de acceso a la ciudad, ya que el arribo desde el aeropuerto internacional Juana Azurduy de Padilla y el tránsito hacia el centro histórico se realizan a través de la arteria sur que atraviesa la quebrada existente entre los cerros Churuquilla y Sica Sica. El valle intermedio entre ambos cerros, históricamente poco desarrollado debido a su topografía accidentada, se encuentra actualmente sometido a un proceso acelerado de urbanización no planificada, caracterizado por edificaciones de baja calidad constructiva y escasa integración con el espacio público.

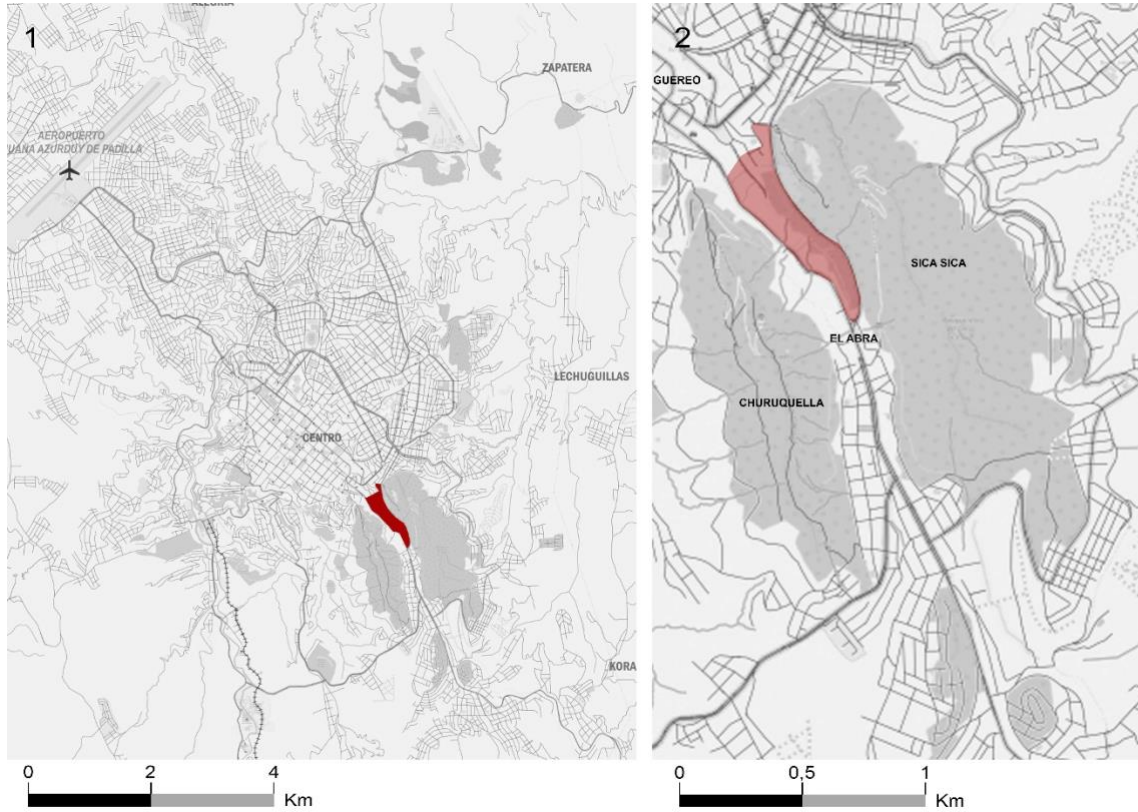
La elección de este sector responde, por tanto, a su alto potencial de transformación y a su relevancia paisajística dentro de la estructura urbana de Sucre. La zona del Abra representa una oportunidad singular para consolidar un remate urbano y paisajístico en el borde sur de la ciudad, mediante estrategias de diseño que armonicen la consolidación morfológica, la preservación ambiental y la conectividad urbana.

Gemelo Digital Urbano y aproximación a los sitios de intervención

A partir del análisis geoespacial y la delimitación del área de estudio, se desarrolló un levantamiento topográfico mediante QGIS, que permitió obtener un modelo de curvas de nivel de alta resolución (Figura 4). Este modelo tridimensional fue fundamental para comprender la morfología del valle y la disposición de los asentamientos existentes, evidenciando una alta complejidad topográfica y una adaptación espontánea de las edificaciones a la pendiente natural del terreno. A partir de esta información, se identificaron cinco sitios de

intervención distribuidos longitudinalmente a lo largo del eje principal del Abra, los cuales fueron seleccionados por su representatividad y por las oportunidades que ofrecen para articular programas habitacionales y equipamientos urbanos dentro de un entorno de riesgo y fragilidad ambiental.

Figura 4. Imagen 1: Imagen satelital y posicionamiento de los sitios de intervención, Barrio El Abra, dentro del Distrito 5. Imagen 2: Plano topográfico obtenido a través de QGIS y Revit.



Fuente: Emily Romero, Anahí Montalvan y Participantes TIE con base en Google Maps,y Geofabrik (2024) a través de Humanitarian Data Exchange (2024).

La Figura 5 presenta dos fotografías registradas durante el trabajo de campo, realizadas por los participantes del TIE 2025. Ambas imágenes ilustran las condiciones actuales del sector: la coexistencia entre la vegetación nativa y la expansión edilicia, la precariedad de las infraestructuras urbanas y la evidente carencia de espacios públicos de calidad. La topografía abrupta, los taludes naturales y la irregularidad de las construcciones constituyen factores determinantes para el desarrollo de propuestas arquitectónicas adaptativas que respondan tanto a las condiciones físicas del terreno como a las necesidades sociales y ambientales de la zona.

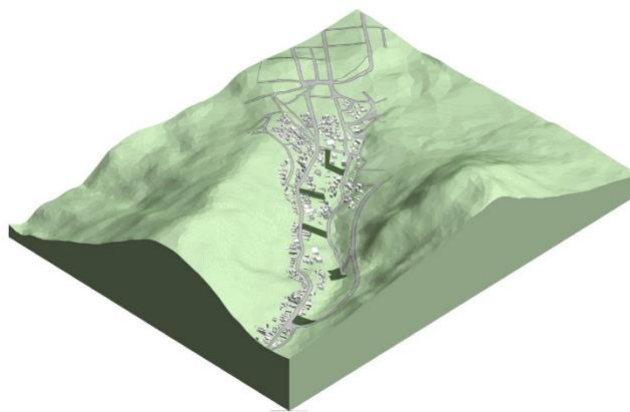
Figura 5. Imagen 1: Vista del Cerro Churuquella y edificaciones típicas del sector. Imagen 2: Vista panorámica del centro de Sucre observada desde el sitio de intervención.



Fuente: Participantes TIE, (2025).

Finalmente, la Figura 6 muestra el GDU consolidado para el área de estudio, resultado de la interoperabilidad entre QGIS y Revit. Este modelo tridimensional integra información geoespacial, topográfica y morfológica, constituyéndose en una réplica digital precisa del territorio que permite analizar la relación entre el relieve, la trama urbana y las áreas edificadas (Farag & Doheim, 2025; Sohail et al., 2025). Su construcción colaborativa por parte de los estudiantes posibilitó validar la información obtenida en campo, contrastar altitudes y generar una base técnica común para la simulación.

Figura 6. Modelo topográfico tridimensional en Revit del área de estudio en El Abra. Representación generada en QGIS y Revit.

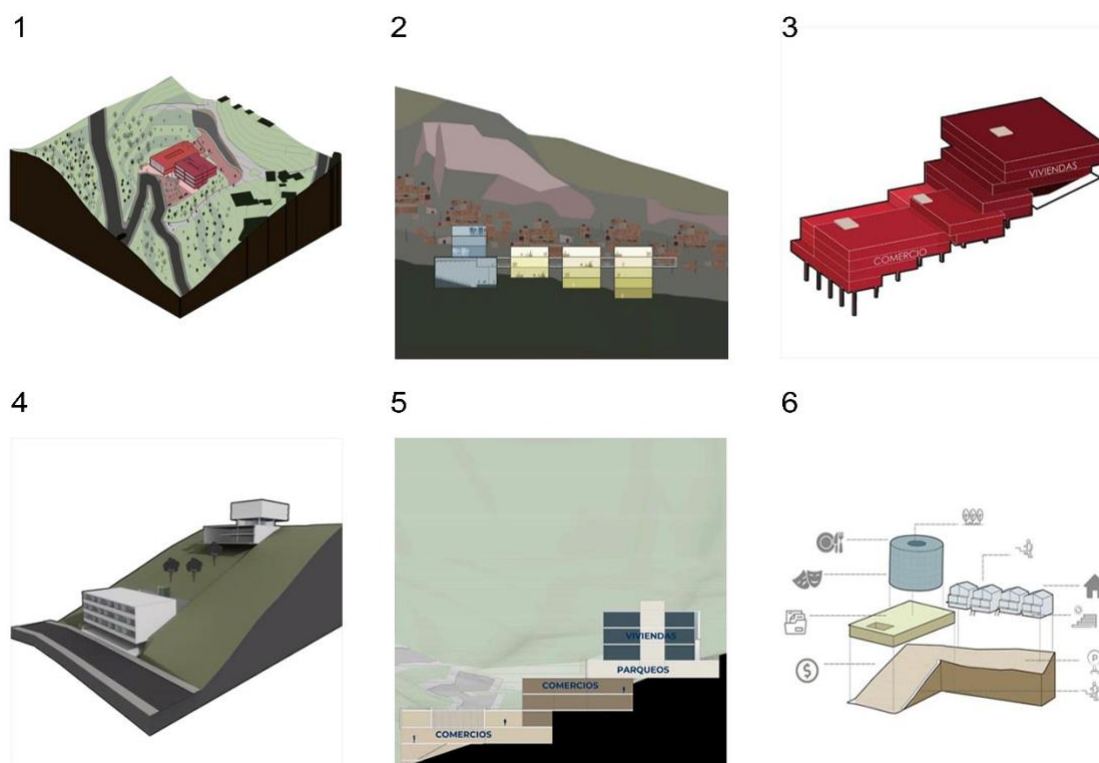


Fuente: Emily Romero, Anahí Montalvan y Participantes TIE, (2025).

Modelados digitales y construcción de partidos arquitectónicos

A partir del Gemelo Digital Urbano consolidado, los estudiantes desarrollaron modelados digitales individuales orientados a la exploración de partidos arquitectónicos adaptativos frente a la complejidad topográfica de la zona. Cada propuesta se concibió como un ejercicio de interpretación proyectual sobre los sitios previamente identificados, articulando programas mixtos de vivienda, equipamiento y comercio en correspondencia con las condiciones físicas, sociales y paisajísticas del entorno, asumiendo el diseño como una práctica crítica que, siguiendo la reflexión de Tschumi (2005), se configura a partir de la interacción dinámica entre contexto, concepto y contenido (Figura 7).

Figura 7. Modelados digitales y partidos arquitectónicos desarrollados por los estudiantes del TIE 2025.



Fuente: 1: Andrea Terrazas, 2: Carlos Eduardo Paz Soldan, 3: Anahí Montalvan, 4: Fabiana Quintela, 5: Emily Romero, 6: Emily Montaña, (2025).

El contexto fue entendido más allá del entorno físico, abarcando las tensiones entre la pendiente, la ocupación informal y el paisaje natural; el concepto surgió de las estrategias morfológicas que permitieron dialogar con la topografía y reinterpretar las formas de habitar; mientras que el contenido se expresó a través de programas híbridos que vinculan lo doméstico, lo productivo y lo público. En esta lectura crítica del lugar, se descartó responder a un revival del lenguaje colonial propio del centro histórico de Sucre, optando en su lugar por una arquitectura contemporánea, capaz de integrarse al territorio mediante la adaptación morfológica y el uso responsable de las tecnologías digitales aplicadas al diseño.

De esta manera, los modelados digitales operaron como instrumentos de representación, y también como espacios de experimentación conceptual, donde las variables topográficas y sociales se tradujeron en estructuras arquitectónicas coherentes con el territorio.

El proceso permitió evidenciar cómo la digitalización del entorno, combinada con una comprensión teórica de la forma urbana, posibilita responder a la complejidad mediante soluciones proyectuales situadas, que integran funcionalidad, cohesión social y adaptación morfológica (Stojanovski, 2022).

BIM y definición de proyectos arquitectónicos

En este subtítulo se muestran cuatro aproximaciones que evidencian las estrategias formales y programáticas aplicadas al contexto, resultado de la interacción entre análisis geoespacial, lectura morfológica, modelado digital y reflexión proyectual.

Cada propuesta materializa, desde una perspectiva contemporánea, la capacidad del proyecto arquitectónico para responder a un entorno topográficamente desafiante, socialmente diverso y culturalmente sensible.

El primer proyecto, titulado Terrazas del Abra, plantea la superposición de comercios, hotel y vivienda, explorando la verticalidad como recurso de integración funcional.

El conjunto se organiza en plataformas escalonadas que siguen la morfología del terreno, estableciendo una continuidad visual con el paisaje circundante. La arquitectura se concibe como un sistema modular que optimiza la relación entre las distintas actividades -comerciales, residenciales y turísticas- y promueve un tejido compacto, sostenible y permeable.

Esta propuesta demuestra cómo el diseño puede equilibrar lo público y lo privado a través de un lenguaje formal sobrio, donde la estructura y la topografía se funden en una única lógica constructiva.

El segundo proyecto arquitectónico propone un mercado temático ubicado sobre la vía superior, con viviendas dispuestas en la zona baja de la quebrada. La estrategia enfatiza la densificación controlada y el uso mixto, convirtiendo un área degradada en un nodo de actividad social y económica.

A través de la transparencia, la estructura metálica ligera y la conexión peatonal entre niveles, el proyecto integra arquitectura y paisaje, demostrando la posibilidad de un espacio público activo que vincula producción artesanal, comercio local y vivienda contemporánea (Figura 8).

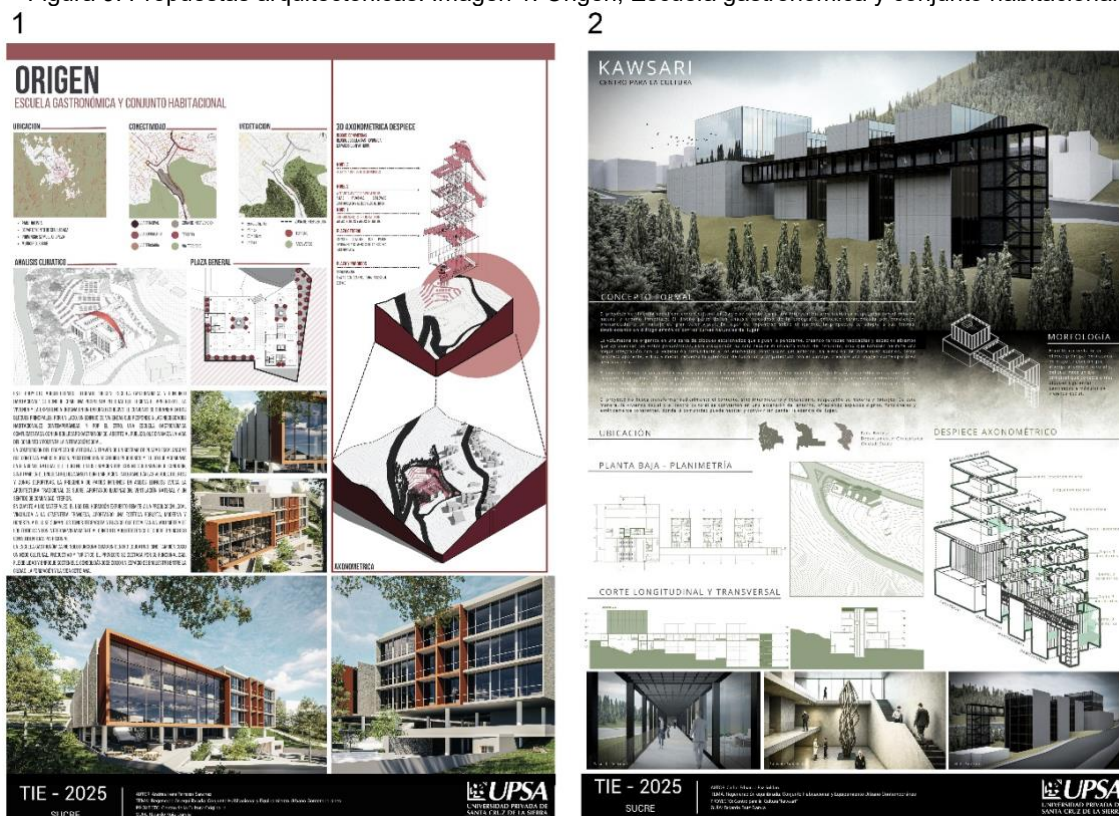
Figura 8. Propuestas arquitectónicas. Imagen 1: Terrazas del Abra. Imagen 2: Conjunto Habitacional y Mercado Temático, 2025.



Fuente: 1: Emily Romero, 2: Fabiana Quintela, (2025).

El tercer caso, emplazado en un sector de menor pendiente, plantea dos volúmenes con un lenguaje homogéneo pero diferenciados estratégicamente para articular una escuela gastronómica y un conjunto habitacional. Esta dualidad funcional propone un diálogo directo entre educación, producción y vivienda, reflejando un modelo de coexistencia que enriquece la vida urbana. El conjunto privilegia la orientación, la ventilación natural y la apertura hacia las vistas, resolviendo la complejidad del sitio mediante una composición racional y una implantación que aprovecha las curvas de nivel como guías del diseño. El cuarto proyecto combina vivienda y equipamiento cultural, generando una transición activa entre lo privado y lo público. La arquitectura se concibe como una sucesión de volúmenes suspendidos que acompañan la pendiente, conectados por espacios intermedios y recorridos que fomentan la interacción social. El proyecto interpreta la idea de Tschumi sobre la relación entre contexto, concepto y contenido, al traducir las condiciones topográficas y sociales en un sistema espacial flexible donde el programa cultural se convierte en catalizador urbano. A través del contraste entre masa y vacío, opacidad y transparencia, la propuesta expresa una contemporaneidad comprometida con el territorio (Figura 9).

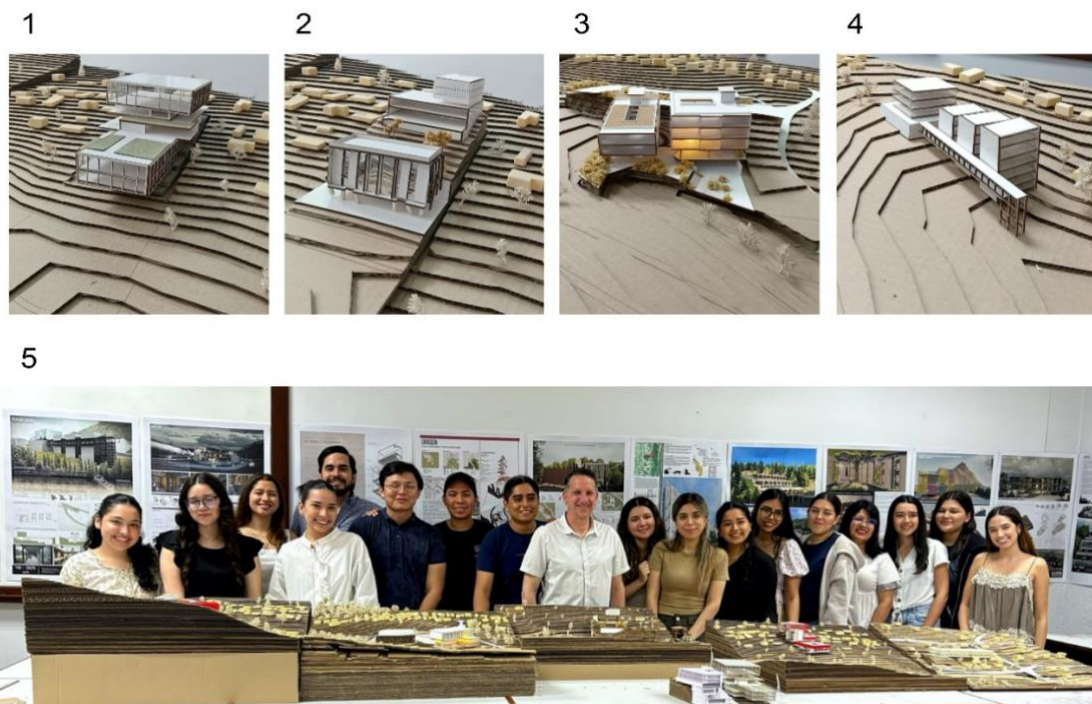
Figura 9. Propuestas arquitectónicas. Imagen 1: Origen, Escuela gastronómica y conjunto habitacional.



Fuente: 1: Andrea Terrazas, 2: Carlos Eduardo Paz Soldan, (2025).

El proceso multiescalar desarrollado en el taller, sustentado en el GDU y en el modelado colaborativo BIM, permitió articular de manera coherente las distintas etapas de análisis, diseño y materialización de los proyectos. Cada propuesta individual, derivada del estudio geoespacial y morfológico del área de El Abra, se integró en una visión colectiva del territorio, culminando en la construcción de una maqueta general del conjunto urbano a escala 1:300. Esta representación física fue elaborada mediante tecnologías de fabricación digital, empleando corte láser CNC (control numérico computarizado) para reproducir con precisión la topografía del sitio e impresión 3D para la materialización de algunos proyectos individuales. La concreción de esta fase final fue posible gracias al modelado BIM de cada caso, que permitió compatibilizar la información digital con los procesos constructivos del modelo físico. En conjunto, la maqueta final sintetiza los resultados proyectuales y se erige como una herramienta pedagógica que evidencia la potencia del trabajo colaborativo y la aplicación de metodologías digitales en el estudio urbano-arquitectónico contemporáneo (Figura 10).

Figura 10. Maquetas de las propuestas urbanas y arquitectónicas. Imagen 1: Terrazas del Abra. Imagen 2:



Fuente: 1: Emily Romero, 2: Fabiana Quintela, 3: Andrea Terrazas, 4: Carlos Eduardo Paz Soldan, 5: Participantes TIE, (2025).

Conclusiones y recomendaciones

El desarrollo del TIE permitió constatar que la integración de tecnologías digitales multiescalares como los SIG, BIM y los GDU constituye un recurso efectivo para articular análisis territorial, diseño arquitectónico y experimentación pedagógica en contextos urbanos complejos. Los resultados demostraron la capacidad de estas herramientas para vincular la lectura morfológica del territorio con la producción de proyectos contemporáneos, posibilitando un proceso de aprendizaje integral en el que los estudiantes asumieron un rol activo en la interpretación del lugar, la toma de decisiones y la materialización de sus ideas. Entre los aspectos positivos, se destaca la coherencia entre las distintas escalas de trabajo, desde el análisis geoespacial hasta la construcción física de la maqueta final. La experiencia confirmó que la interoperabilidad entre SIG y BIM, mediada por la generación de un GDU, mejora la precisión técnica y la comprensión territorial, fomenta la colaboración, la interdisciplinariedad y la conciencia crítica frente a las dinámicas urbanas contemporáneas. Asimismo, el taller evidenció el potencial de las metodologías digitales para fortalecer la formación proyectual universitaria, orientándola hacia enfoques más sostenibles, colaborativos y basados en datos abiertos.

Sin embargo, el proceso también permitió reconocer limitaciones técnicas y metodológicas. La interoperabilidad entre QGIS y Revit aún presenta restricciones que dificultan la transferencia directa de información geoespacial a

entornos de modelado tridimensional, generando pérdidas de precisión o requerimientos de corrección manual. Estas dificultades ponen de manifiesto la necesidad de continuar perfeccionando los flujos de trabajo digitales y de promover una mayor capacitación en herramientas de código abierto y plataformas colaborativas.

Más allá de las limitaciones tecnológicas, el estudio reafirma que ninguna herramienta digital puede sustituir la observación directa, la percepción humana ni la sensibilidad espacial adquirida in situ. La comprensión cualitativa del territorio -aquella que surge del contacto con sus habitantes, de la lectura del paisaje y de la interpretación cultural del espacio- continua insustituible. Estos aspectos, propios de las prácticas sociológicas y de la experiencia empírica, son los que otorgan profundidad y autenticidad al proceso proyectual, permitiendo que la arquitectura mantenga su vínculo esencial con la realidad y cotidianidad. En este sentido, se recomienda que futuras experiencias docentes y de investigación continúen explorando la complementariedad entre lo digital y lo humano, fortaleciendo el diálogo entre tecnologías avanzadas y metodologías de observación social. Consolidar esta relación no solo potenciará la calidad de los resultados proyectuales, sino que contribuirá a formar arquitectos capaces de interpretar críticamente la complejidad contemporánea desde una perspectiva técnica, sensible y ética.

Referencias bibliográficas

- Centro de Investigaciones CIUDAD. Centro de Investigaciones CIUDAD – Universidad Privada de Santa Cruz de la Sierra (UPSA). <https://www.ciudadupsa.org>
- Farag, S., & Doheim, R. (2025). Digital twins and the multiscale integration in architectural education. *International Journal of Architectural Computing*, 23(2), 115–132. <https://doi.org/10.47392/IRJAEH.2024.0064>
- Gobierno Autónomo Municipal de Sucre & ONU-Habitat. (2022). Agenda Urbana de Sucre. La Paz, Bolivia: Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos (ONU-Habitat). <https://www.biblioteca-urbana-bolivia.org/upload/documentos/agenda-urbana-de-sucre.pdf>
- Gutiérrez, R. (1983). *Arquitectura y urbanismo en Iberoamérica*. Madrid: Ediciones Cátedra, S.A.
- Gutman, M. (2001). Del monumento aislado a la multidimensionalidad. En F. Carrión (Ed.), *Centros históricos de América Latina y el Caribe* (pp. 95–120). Quito: FLACSO, UNESCO, Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y Ministerio de Cultura y Comunicación de Francia.
- United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs (OCHA). Humanitarian Data Exchange (HDX). <https://data.humdata.org>
- Knopf, S., Macq, H., & Wentland, A. (2025). Urban futures in the mirror of technology? The politics of urban digital twins. *New Media & Society*, 27(8), 4385–4401. <https://doi.org/10.1177/14614448251338297>
- Oliveira, V. (2016). *Urban morphology: An introduction to the study of the physical form of cities*. Springer.
- ONU. (2016). *Nueva Agenda Urbana. Hábitat III*, Quito.
- Ruiz Garvia, R., Negrete Antezana, M. N., Mendoza, C., & Limpias Ortiz, V. H. (2023, diciembre). Plano Metropolitano Gran Santa Cruz. Una base para un análisis sostenido de grandes datos en código abierto. En VII Congreso ISUF-H: Forma urbana para un buen vivir. Santiago, Chile. <https://doi.org/10.7764/fadeu.la.2023.02.174>
- Ruiz Garvia, R. (2024). Análisis geoespacial de la forma metropolitana de Santa Cruz, Bolivia. *Aportes*, (36), 73–86. <https://doi.org/10.56992/a.v1i36.468>
- Scovazzi, E. (1996). *Pensar la ciudad, vitalidad y límites del plan urbanístico*. Ciudades:

- Revista del Instituto Universitario de Urbanística de la Universidad de Valladolid, (3), 135–154. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2241391>
- Sohail, M., Tan, R., & Lee, C. (2025). Integration of BIM and GIS for multi-scale urban modeling. *Automation in Construction*, 168, 104–126. <https://doi.org/10.1007/s41064-025-00337-y>
- Stojanovski, T. (2022). Urban morphology and artificial intelligence. *Urban Morphology*. <https://www.researchgate.net/publication/360354837>
- Tschumi, B. (2004). *Event-cities 3: Concept vs. context vs. content* (pp. 11–15). Cambridge, MA: The MIT Press.