



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE**

**ICT3933** Economía y Modelos de Localización Urbana

**Profesor:** Ricardo Hurtubia

**Ayudantes:** Janus Leonhardt, Matías Guzmán

# Enunciado

## Proyecto Semestral

### 1. Introducción

En la última década, las ciudades chilenas han enfrentado un conjunto de tensiones simultáneas: déficit habitacional y encarecimiento del suelo en zonas bien servidas, expansión periférica que prolonga los tiempos de viaje, desigualdades en el acceso a empleo y servicios, presión creciente sobre redes de transporte e infraestructura, y la irrupción de riesgos climáticos, entre otros. En este contexto, pequeñas decisiones de localización (dónde se construye, qué se construye y con qué intensidad) producen efectos agregados relevantes sobre la congestión, las emisiones, la recaudación fiscal, la equidad territorial y la calidad de vida. Por ello, en procesos como la actualización de los Instrumentos de Planificación Territorial (IPT) y la priorización de inversiones, los tomadores de decisión requieren herramientas analíticas que no solo expliquen por qué los distintos usos del suelo se ubican donde lo hacen, sino que también permitan anticipar su redistribución frente a cambios normativos o de infraestructura.

En este sentido, el proyecto semestral propone precisamente ese tránsito: desde la exploración y depuración de datos abiertos, a la estimación de modelos de localización y, finalmente, a la simulación de escenarios. En términos del aporte a la política pública, este trabajo les permitirá generar evidencia para que los tomadores de decisión prioricen políticas e intervenciones urbanas, identificando, por ejemplo, qué áreas ganan o pierden atractividad y con qué magnitud pueden esperarse diversos efectos. En el plano formativo, se espera que se espera que desarrollen capacidades para especificar, estimar e interpretar modelos de localización y para traducir sus resultados en la evaluación de escenarios en sus ciudades asignadas.

### 2. Descripción del Proyecto

Este proyecto semestral contempla la construcción y aplicación de un flujo de modelación de localización de usos de suelo en una ciudad chilena. Para abordarlo, tendrán acceso al Detalle Catastral del Servicio de Impuestos Internos (SII), en particular, a las “líneas de construcción” con año, destino/uso de suelo, superficie construida, superficie de terreno, calidad constructiva y localización. A partir de allí, deberán elaborar dos insumos centrales. Primero, una base de datos espacial en grilla hexagonal donde cada celda contenga sus atributos del entorno construido (por ejemplo, metros cuadrados por tipo de uso de suelo), a complementar (de ser pertinente) con fuentes abiertas que ustedes identifiquen y procesen (por ejemplo, el Censo 2017 del Instituto Nacional de Estadísticas (INE) para estimar densidades, o el Sistema de Indicadores y Estándares de Desarrollo Urbano (SIEDU) para obtener la localización de Bienes Públicos Urbanos). Segundo, un registro histórico de usos de suelo / agentes localizados, referenciados a su celda de elección y al periodo de análisis.

A partir de lo anterior, deberán calcular accesibilidades (medidas de “facilidad de llegar” desde cada celda a oportunidades definidas por usos o equipamientos), utilizando matrices de costo que podrán obtener

con Open Source Routing Machine (OSRM), OSMNx y/o networkx. Con ello, deberán estimar un modelo de localización que se podrá abordar desde dos enfoques (a seleccionar por ustedes): *choice* (con xlogit), donde se modela la utilidad  $U_{n,j}$  de la celda  $j$  para el agente  $n$  y la probabilidad  $P_n(j)$  vía logit; y *bid* (con Biogeme), donde se modela la disposición a pagar  $WTP_{h,i}$  de tipos de agentes  $h$  por la celda  $i$  y la probabilidad  $P(h | i)$  también con estructura logit. Finalmente, deberán implementar un simulador que, con los coeficientes estimados, calcule las probabilidades por celda según el enfoque elegido y asigne nuevos usos de suelo / agentes para evaluar distintos escenarios: uno tendencial (manteniendo condiciones actuales) y al menos un escenario alternativo (por ejemplo, bajo la incorporación de un proyecto inmobiliario, comercial o de salud, cambios en la infraestructura de transporte o cambios normativos), comparando patrones de localización y sus implicancias.

### 3. Laboratorios

Para abordar las diferentes etapas del proyecto semestral, disponibilizaremos un conjunto de laboratorios en el repositorio GitHub del curso <https://github.com/ICT-3933/Labs-2025>. Cada laboratorio incluye un cuaderno de Jupyter Notebook autocontenido que aborda los objetivos respectivos, los archivos requeridos para su ejecución y un video explicativo (de entre 45 y 60 minutos) a cargo del ayudante Janus Leonhardt. Estos laboratorios abordarán un caso de ejemplo en la comuna de Puerto Montt y estarán estructurados de forma secuencial, es decir, cada *output* de un laboratorio será el *input* del siguiente. Se espera que ustedes sean capaces de replicar y luego adaptar los contenidos de cada laboratorio a la ciudad asignada a su grupo de trabajo, produciendo sus propios *outputs* para continuar.

Trabajaremos en Python (recomendable que la versión sea  $\geq 3,7$  y  $\leq 3,12$ ); si tienen dudas sobre su instalación, la creación de entorno virtuales y/o similares, se les sugiere contactar a sus ayudantes. En todo este semestre, las principales librerías que revisaremos en los laboratorios serán: GeoPandas (para la generación de tablas con información geoespacial y uniones), H3 (para la generación de la grilla hexagonal y agregaciones), OSRM (para el cálculo de matrices de costo que sirvan luego para la estimación de accesibilidades), xlogit y Biogeme (para la estimación de los modelos bajo el enfoque choice/bid).

### 4. Cronograma

Fecha(s)	Actividad	Descripción
25/08	Publicación del Laboratorio 1	Introducción a los Sistemas de Información Geográfica; presentación de la base de datos del SII; funciones básicas de GeoPandas; teselación en H3; y exportación de archivos base para los siguientes laboratorios.
27/08	Publicación del Listado de Ciudades Disponibles	Se publica el listado de ciudades disponibles. Cada grupo deberá contestar el cuestionario disponible con la selección de sus ciudades de interés.
29/08	Cierre de Cuestionario para Elegir Ciudad	Se cierra el cuestionario para priorizar ciudades por grupo.
01/09	Asignación de Ciudades y Publicación del Laboratorio 2	Se comunica la asignación de ciudad por grupo y se libera el Laboratorio 2, que aborda la integración de información del Censo 2017 y SIEDU para la consolidación de atributos del entorno construido por celda usando herramientas más avanzadas de GeoPandas.
8/09	Publicación del Laboratorio 3	Cálculo de accesibilidades gravitacionales, a partir de la construcción de matrices de costo (tiempo/distancia) con OSRM

Fecha(s)	Actividad	Descripción
22/09	Publicación del Laboratorio 4	Estimación de modelos de localización bajo un enfoque <i>bid/choice</i> con Biogeme y <i>xlogit</i> .
29/09	Publicación del Laboratorio 5	Simulación de nuevos agentes y evaluación de escenarios (tendencial y con una intervención a elección).
6/10, 8/10 y 13/10	Presentación de Avance	Debe abordar hasta lo revisado en el Laboratorio 4, es decir, hasta la estimación del modelo de localización. Se sugiere incluir, al menos, un diagnóstico y análisis de los datos de su ciudad asignada; las decisiones de especificación, resultados e interpretación de los modelos estimados.
14/10 al 7/11	Reuniones de Seguimiento por Grupo	A partir de la retroalimentación recibida en la Presentación de Avance, se espera agendar reuniones personalizadas con cada grupo para resolver dudas y definir los pasos a seguir hacia su Presentación Final.
10/11, 12/11 y 14/11	Presentación Final	Debe abordar las modificaciones sugeridas en la especificación de los modelos, a partir de la retroalimentación recibida y de las conversaciones con los ayudantes/-profesor. Además, debe incluir la implementación de un simulador que permita la definición de un escenario tendencial y al menos un escenario de intervención con supuestos explícitos.
11/12	Sesión de Póster	Deberá incorporar la retroalimentación de la Presentación Final y presentar un póster autocontenido que sintetice metodología, datos, resultados, limitaciones y conclusiones. El póster debe estar orientado a público general, especialmente a un funcionario municipal de la ciudad asignada

## 5. Criterios de Evaluación

Si bien no existe una pauta de evaluación rígida (dado que se espera que tengan flexibilidad para abordar su proyecto semestral), se considerarán al menos los siguientes criterios: (i) que el diagnóstico territorial de la ciudad sea pertinente y bien sustentado en datos; (ii) que las decisiones de modelación (variables, especificación, muestreo de alternativas, normalizaciones, etc.) estén bien justificadas; (iii) que los modelos sean coherentes (signos, órdenes de magnitud, métricas de ajuste) y correctamente interpretados en términos de utilidades o disposiciones a pagar; y (iv) que las simulaciones reproduzcan los supuestos de cada escenario, mostrando diferencias respecto del tendencial y discutiendo sus implicancias.

**Para apoyo metodológico o técnico, tendrán a su disposición a los ayudantes Janus Leonhardt ([jaleonhardt@uc.cl](mailto:jaleonhardt@uc.cl)) y Matías Guzmán ([matas.guzmn@uc.cl](mailto:matas.guzmn@uc.cl)) durante todo el semestre.**