



IIC2115 – Programación como Herramienta para la Ingeniería (II/2025)

## Laboratorio 5

### Aspectos generales

- **Objetivo:** evaluar individualmente el aprendizaje sobre análisis de redes, a través de la resolución de misiones asociadas a información vial y geoespacial de la ciudad de Santiago.
- **Entrega:** Parte 1 lunes 27/10 a las 17:30, Parte 2 domingo 02/11 a las 23:59 hrs. Archivos Python Notebook L5\_1.ipynb y L5\_2.ipynb con las soluciones de las partes 1 y 2 del laboratorio, respectivamente. Los archivos deben estar ubicados en la carpeta L5 del repositorio privado. Entregas que no cumplan con esta especificación no serán corregidas.
- **Formato de entrega:** Utilice múltiples celdas de texto y código para estructurar los archivos. Todas las celdas utilizadas deben estar ejecutadas al momento de entregar el ejercicio, de modo que las salidas generadas sean visibles. **Adjunte además el historial completo de su interacción con asistentes basados en IA, en caso de existir.** Entregas que no cumplen el formato tendrán un descuento de 0,5 puntos.
- **Entregas atrasadas:** el descuento por atraso para la Parte 1 es de 1 punto cada 10 minutos o fracción. El descuento por atraso para la Parte 2 es de 1 punto por cada hora o fracción.
- **Issues:** Las discusiones en las *issues* del Syllabus que sean relevantes para el desarrollo de la evaluación, serán destacadas. Así mismo, el uso de librerías externas que solucionen aspectos fundamentales del problema no podrán ser utilizadas. Solo se podrán utilizar las que han sido aprobadas en las *issues*, previa consulta de los estudiantes.
- **Entregas con errores de sintaxis y/o que generen excepciones en todas las ejecuciones** serán calificados con nota 1.0.

## Descripción del problema

Con el fin de evaluar los contenidos de manejo de redes, en este laboratorio deberá realizar una serie de procesamientos, análisis y visualizaciones de datos de la red vial y de datos geoespaciales de la ciudad de Santiago. Consideré para el desarrollo los datos geoespaciales disponibles en el sitio del curso, los cuales contienen diversos elementos de interés asociados a la ciudad de Santiago. Se recomienda explorar inicialmente el contenido de los archivos asociados y familiarizarse con el formato en el que está almacenada la información. Una descripción a alto nivel de los datos puede leerse a continuación:

- Datos base: datos geoespaciales ya utilizados previamente en el curso, que incluyen áreas urbanas, distritos censales, comunas, líneas y estaciones de metro, accidentes de tránsito, delitos y percepciones de seguridad.
- Redes viales: la base de datos contiene la estructura vial extraída utilizando OSMnx, que incluye caminos y vías de la ciudad de interés. Estas redes viales están representadas por un grafo en el que los nodos corresponden a intersecciones o puntos específicos en las vías, y las aristas representan los tramos de las calles que conectan estos puntos. Cada segmento de calle tiene información geoespacial con sus respectivas coordenadas de latitud y longitud, y los tramos pueden estar clasificados según características como el tipo de calle o el sentido de circulación.

## Parte 1

- a) Analice la estructura de la red vial de una comuna del Gran Santiago de su elección. Determine si su red presenta características más cercanas a una estructura de “grilla” o “radial”, y proponga una forma cuantitativa y/o visual de sustentar su afirmación. Discuta cómo esta morfología podría influir en la movilidad urbana o en la vulnerabilidad ante bloqueos.
- b) Evalúe la eficiencia de la red vial en una comuna del Gran Santiago, considerando qué tan bien conecta distintos puntos relevantes o de interés dentro de su territorio, como plazas, estaciones de metro o centros de salud. Proponga una manera de estimar o representar esta eficiencia a partir de los datos disponibles y utilícela para identificar zonas donde la estructura de la red parece favorecer o dificultar los desplazamientos. Discuta las posibles causas urbanas de los patrones observados.
- c) Identifique un conjunto de 10 zonas o puntos estratégicos reales dentro del área urbana de Santiago. A partir de ellos, construya una nueva red que las conecte exclusivamente, donde el peso de cada arco represente un costo de desplazamiento estimado a partir de la red vial original. Analice la estructura

obtenida e identifique qué conexiones o nodos resultan más determinantes para mantener la conectividad global. Dados los elementos críticos identificados, proponga dos o más estrategias para optimizar la red y discuta los compromisos que surgen entre eficiencia y resiliencia.

## Parte 2

- a) Analice la red vial del área urbana de Santiago y determine cuáles tramos o nodos funcionan como correderos estructurales del sistema. Proponga un enfoque que combine métricas de centralidad, redundancia y conectividad, y discuta en qué medida esos corredores coinciden con ejes urbanos estructurales reales. Explique cómo variaría su resultado si la red se analiza desde la perspectiva peatonal en lugar de la vehicular.
- b) Someta la red vial del sector urbano de Santiago a un análisis de vulnerabilidad, eliminando de manera controlada nodos o aristas según un criterio elegido por usted, que combine distintas perspectivas. Evalúe cómo cambia la conectividad global de la red y qué zonas resultan más afectadas. Discuta la relación entre eficiencia y resiliencia, y proponga intervenciones o mejoras que reduzcan la fragilidad detectada sin alterar significativamente la estructura existente.
- c) Combine la red vial con otros conjuntos de datos geoespaciales disponibles, con el fin de construir un modelo que relacione las propiedades estructurales de la red con los resultados observados en el territorio (por ejemplo, evaluar la probabilidad de accidentes en función de la centralidad, la densidad de intersecciones o el tipo de vía, entre otros). Utilice análisis estadístico o modelos predictivos sencillos y discuta los resultados, sus limitaciones y posibles implicancias en políticas públicas o diseño urbano.
- d) Elija un corredor o subzona del Gran Santiago con alta relevancia metropolitana (por ejemplo, un eje que conecte áreas residenciales con polos de servicios o salud). Modele el desplazamiento masivo bajo un escenario excepcional (evacuación, evento masivo o contingencia) donde exista una fuerte demanda direccional entre múltiples orígenes y uno o varios destinos seguros. Proponga una metodología para estimar la capacidad de las aristas y la demanda Origen-Destino, con supuestos explícitos y razonables. Luego, diseñe una intervención de contraflujo, seleccionando un subconjunto acotado de tramos donde invertir el sentido o reasignar capacidad, justificando los criterios utilizados. Evalúe cuantitativamente el impacto de su diseño comparando el sistema antes y después, considerando cambios en el flujo total, saturaciones locales y aparición o desplazamiento de cuellos de botella.

## Consideraciones sobre la metodología de trabajo

En este laboratorio no solo interesa el resultado final, sino también el proceso seguido para construir la solución. Por ello, se espera que el desarrollo de su entrega se organice a partir de una **división progresiva de cada problema en subproblemas más simples**, siguiendo un enfoque de *divide y vencerás*. La subdivisión debe reflejarse tanto en el diseño de las soluciones, como en la organización del notebook: cada celda debe ser temáticamente coherente, evitando reunir todo el código en una única celda. Todos los supuestos y simplificaciones que se utilicen deben quedar claramente explicitados en el notebook. Además, siempre que sea posible, se recomienda complementar con diagramas.

Otro componente clave es el uso de **prompts estructurados** para interactuar con herramientas de IA. Cada vez que se utilice un asistente para generar código, se debe registrar en una celda de texto el prompt utilizado, incluyendo al menos:

- Propósito y requisitos,
- Entradas y salidas,
- Restricciones y supuestos,
- Hitos intermedios,
- Convenciones.

Este nivel de detalle permite mantener claridad sobre lo que se espera del código y facilita evaluar cómo la IA fue utilizada en el proceso de desarrollo.

El único caso donde está permitido usar código generado por IA sin necesidad de dar estructura al prompt, es cuando este código es luego progresivamente modificado y/o mejorado por el estudiante mismo.

**IMPORTANTE: los prompts estructurados no debe haber sido escritos por un asistente basado en IA, deben ser completamente escritos por el estudiante que entrega el laboratorio.**

Finalmente, todo el código debe estar acompañado de **tests explícitos**. Un test, en este contexto, es simplemente un fragmento de código que demuestra que otro fragmento funciona como se espera, considerando casos no triviales. No se exige un test unitario por cada método, pero sí que se diseñen pruebas convincentes que permitan validar comportamientos relevantes. Para cada caso probado, debe quedar visible el resultado esperado y el resultado obtenido, de modo que cualquier lector pueda verificar si el comportamiento es correcto.

Es importante enfatizar que **adjuntar el historial de interacción con un asistente de IA no constituye por sí mismo una justificación válida ni suficiente**. Si bien dicho historial debe incluirse como

material adicional, no sustituye en ningún caso los requisitos de formato, estructuración y testeo descritos anteriormente, los cuales son obligatorios y forman parte de la evaluación.

## Corrección

Para la corrección se revisarán los procedimientos desarrollados para responder las diferentes preguntas y cómo estos cumplen con la materia del capítulo y la metodología de trabajo antes descrita. Dado lo abierto de las preguntas, se espera que todas las respuestas incluyan análisis y visualizaciones que permitan justificar las decisiones tomadas.

## Política de Integridad Académica

**Los/as estudiantes de la Escuela de Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica de Chile deben mantener un comportamiento acorde a la Declaración de Principios de la Universidad. En particular, se espera que mantengan altos estándares de honestidad académica. Cualquier acto deshonesto o fraude académico está prohibido; los/as estudiantes que incurran en este tipo de acciones se exponen a un Procedimiento Sumario. Es responsabilidad de cada estudiante conocer y respetar el documento sobre Integridad Académica publicado por la Dirección de Docencia de la Escuela de Ingeniería.**

Específicamente, para los cursos del Departamento de Ciencia de la Computación, rige obligatoriamente la siguiente política de integridad académica. Todo trabajo presentado por un/a estudiante para los efectos de la evaluación de un curso debe ser hecho **individualmente** por el/la estudiante, **sin apoyo en material de terceros**. Por “trabajo” se entiende en general las interrogaciones escritas, las tareas de programación u otras, los trabajos de laboratorio, los proyectos, el examen, entre otros.

En particular, si un/a estudiante copia un trabajo, o si a un/a estudiante se le prueba que compró o intentó comprar un trabajo, **obtendrá nota final 1.1 en el curso** y se solicitará a la Dirección de Pregrado de la Escuela de Ingeniería que no le permita retirar el curso de la carga académica semestral.

Por “copia” se entiende incluir en el trabajo presentado como propio, partes hechas por otra persona. En caso que corresponda a “copia” a otros estudiantes, la sanción anterior se aplicará a todos los involucrados. En todos los casos, se informará a la Dirección de Pregrado de la Escuela de Ingeniería para que tome sanciones adicionales si lo estima conveniente.

También se entiende por copia extraer contenido sin modificarlo sustancialmente desde fuentes digitales como Wikipedia o mediante el uso de asistentes inteligentes como ChatGPT, Gemini o Copilot. Se entiende

que una modificación sustancial involucra el análisis crítico de la información extraída y en consecuencia todas las modificaciones y mejoras que de este análisis se desprendan. Cualquiera sea el caso, el uso de fuentes bibliográficas, digitales o asistentes debe declararse de forma explícita, y debe indicarse cómo el/la estudiante mejoró la información extraída para cumplir con los objetivos de la actividad evaluativa.

Obviamente, está permitido usar material disponible públicamente, por ejemplo, libros o contenidos tomados de Internet, **siempre y cuando se incluya la referencia correspondiente**.

Lo anterior se entiende como complemento al Reglamento del Estudiante de la Pontificia Universidad Católica de Chile (<https://registrosacademicos.uc.cl/reglamentos/estudiantiles/>). Por ello, es posible pedir a la Universidad la aplicación de sanciones adicionales especificadas en dicho reglamento.

### **Compromiso del Código de Honor**

Este curso suscribe el Código de Honor establecido por la Universidad, el que es vinculante. Todo trabajo evaluado en este curso debe ser propio. En caso que exista colaboración permitida con otros/as estudiantes, el trabajo deberá referenciar y atribuir correctamente dicha contribución a quien corresponda. Como estudiante es un debe conocer el Código de Honor (<https://www.uc.cl/codigo-de-honor/>).