

PROYECTO OPTIMIZACIÓN 2021

Resolución de problema real de optimización

Profesores:

R. Cuadrado, J. González, M. Klapp, S. Vasquez y F. Verastegui.

Descripción general del proyecto

Este documento describe el proyecto semestral del curso ICS1113 cuyo objetivo es entrenar al alumno en un proceso real de toma de decisión apoyado por técnicas de optimización y herramientas de software. Este proyecto deberá ser ejecutado en grupos de mínimo cinco y máximo seis alumnos, donde los integrantes del cada grupo pueden pertenecer a diferentes secciones del curso. Cada grupo debe buscar y seleccionar un problema atractivo relacionado con el desafío de este semestre. Este problema debe ser planteado, modelado analíticamente y resuelto mediante software de optimización (interfaz Python + Gurobi). Además, la solución obtenida debe ser analizada y validada. También, este proyecto busca fortalecer las habilidades de comunicación oral y escrita de cada alumno, por lo que el grupo deberá presentar reportes técnicos concisos y realizar una video-presentación final ejecutiva de su proyecto.

Desafío de este semestre

Este semestre el desafío será diseñar un modelo de optimización y su respectiva herramienta computacional **que ayude a planificar decisiones en nuestra sociedad relacionadas con la actual pandemia**. En particular, el grupo podrá escoger entre dos áreas:

I. Ayudar a planificar decisiones que permitan incrementar o evitar la pérdida de bienestar social.

Durante la pandemia, la situación socioeconómica del país empeoró drásticamente. La desigualdad llegó a niveles críticos, aumentó el desempleo y quebraron empresas y emprendimientos. En este contexto, se pide crear una herramienta de toma de decisión que ayude a mejorar la calidad de vida de las personas afectadas. Algunos ejemplos de potenciales proyectos son:

- Distribución de ayuda humanitaria: Por ejemplo, una medida que se ha implementado es la recolección de alimentos para entregarlos en cajas a las familias vulnerables del país y así evitar la desnutrición. Se puede optimizar la cadena de distribución de esta ayuda humanitaria, los alimentos que lleva cada caja y la planificación de turnos asociada entre otros potenciales proyectos. También hay otros ejemplos de cadenas de distribución de ayuda humanitaria como entrega de medicamentos, útiles escolares, tecnología de apoyo para clases online, etc..
- Asignación equitativa y justa de subsidios: Una de las principales críticas que tienen los subsidios en Chile es que la gran mayoría de las familias tiene ingresos muy altos para recibirlos, pero a su vez muy bajos para llegar a fin de mes. Dicho esto, se puede diseñar mecanismos de asignación de beneficios y subsidios según el nivel de ingreso, y restricciones y objetivos específicos relacionados al bienestar social (como, por ejemplo, llegar a fin de mes, justicia, equidad) .

- Hogares de acogida: Acorde con el hogar de Cristo, más de 15 mil personas en Chile viven en situación de calle, cifra que se espera que aumente a causa de la pandemia. En este contexto, se puede apoyar la distribución y gestión de los hogares de acogida así como sus espacios para maximizar su capacidad y/o el apoyo a las personas según sus necesidades.
- Campaña y sistema de vacunación pública: La vacunación contra el COVID-19 ha sido uno de los procesos clave para reducir los casos activos de esta enfermedad y la (esperada) superación de la pandemia. Hay desafíos como evitar quiebres de inventario, gestionar el personal de salud e instalación de locales, entre otros para operar de mejor manera esta cadena de distribución.

Para temas relacionados al área de bienestar social, es posible que se programen algunas presentaciones de ponentes especialistas que están enfrentando algunos de estos desafíos y que podrían ayudar a los grupos a inspirarse, seleccionar un tema y dirigir su búsqueda de información. Se dará información al respecto más adelante.

II. Apoyar a una organización (pública o privada) a adaptar su estructura y gestión de recursos y personas durante esta pandemia. Antes de la pandemia, las organizaciones proveedoras de bienes y servicios en nuestra sociedad trabajaban en formas que ahora no son posibles debido a la actual emergencia sanitaria. Por ello, se han visto forzadas a reorganizarse. También es posible que estos cambios, al ser medidas de emergencia, no estén diseñados de la mejor forma. En este contexto, se pide crear una herramienta de toma de decisión que ayude a alguna organización a adaptar su quehacer durante y/o post pandemia. Ejemplos de potenciales proyectos son:

- Reestructurar la reunión de personas y equipos de trabajo: Ya no es posible tener reuniones masivas en espacios cerrados. El desafío es apoyar a reestructurar la forma en que los colaboradores y clientes de una organización se coordinan para seguir operando. Por ejemplo: rediseñar y reorganizar el espacio de oficinas de trabajo, planificar turnos de trabajo que respeten aforos, reestructurar la forma en que se asiste como cliente a diferentes servicios (por ejemplo cine, teatro o estadios), redefinir la forma en que se enseña a estudiantes de educación superior, reorganizar los servicios de transporte público con aforos limitados en vehículos y estaciones, etc...
- Medidas de prevención, detección y control de COVID 19: Actualmente, es crítico en las diversas organizaciones prevenir, detectar y controlar infecciones de COVID 19. El desafío acá podría ser apoyar a las organizaciones a implementar medidas que permitan rápidamente controlar y erradicar posibles formas de contagio entre sus trabajadores. Podría involucrar además restricciones éticas de lo que se le puede (o no) pedir y obligar a hacer a una persona. Por ejemplo, obligarla a vacunarse. Ejemplos de estos desafíos son: Sistemas de detección de covid de bajo costo, sistemas de control y registro automático de contactos estrechos en la organización, organización efectiva y costo-eficiente de sistemas de sanitización, coordinación de test PCR periódicos, etc.

Se da completa libertad al grupo para abordar proyectos en cualquier nivel de toma de decisión de una organización desde lo estratégico (largo plazo, análisis grueso para muchos años al futuro), lo táctico (mediano plazo, qué hacer durante los próximos meses), hasta lo operativo (corto e inmediato plazo, cómo abordar la próxima semana, operar el día a día). Tampoco es necesario trabajar alguno de los problemas específicos dados como ejemplo. Son potenciales áreas de estudio y formas de abordar el proyecto. El grupo puede dedicarse a su problema específico si está dentro de lo exigido en este proyecto.

Condiciones al problema y modelo escogido

El modelo del problema que cada grupo escoja debe cumplir con los siguientes requisitos:

1. Ser suficientemente complejo como para que no resulte fácil resolverlo por intuición, inspección visual, en lapiz y papel o con gráficos.
2. El uso de variables y restricciones debe ser eficiente y compacto. El grupo se debe preocupar por no definir variables o restricciones redundantes, datos innecesarios o variables innecesariamente integrales. Se espera que todo el modelo esté entrelazado y que no sea posible separarlo en dos o más modelos equivalentes de menor dimensión. Se recomienda consultar al ayudante a cargo de su grupo en caso de tener dudas con respecto a este punto.
3. No se permiten modelos enteros y no lineales a la vez. Los problemas enteros y no lineales son significativamente más difíciles, por eso el requerimiento. Tampoco se recomienda un uso excesivo de variables enteras, pues un modelo entero también es considerablemente más difícil que un modelo continuo.
4. El problema y modelo deben ser realistas. Si bien no se exige plantear un problema con datos reales, debe al menos ser ideado con supuestos realistas y justificables en los parámetros, restricciones y objetivos.
5. El grupo debe justificar **cuantitativamente** que su modelo puede generar valor (por ejemplo, dinero, justicia, ahorro de tiempo, bienestar social, sustentabilidad, mejor uso de recursos, etc.). Una forma de hacer esto es comparar la propuesta de planificación optimizada contra la toma de decisiones que estaría haciendo la organización actualmente.
6. Se premiará a aquellos proyectos cuyos modelos tengan un grado de **creatividad**. En este sentido, plantear un problema estándar de libro o visto en clases, no cumple con los objetivos. Problemáticas trabajadas por más de un grupo es un signo de un proyecto poco creativo.
7. Se premiará a aquellos proyectos que **usen datos reales** o que su problema sea fruto de **colaborar con una organización real**.

Pasos en el proyecto

En el desarrollo del proyecto el grupo deberá seguir los siguientes pasos:

- a) Seleccionar un problema adecuado: Se debe contextualizar el problema, definirlo a grueso modo y discutir por qué es valioso resolverlo. Discutir brevemente los datos requeridos: ¿Cómo obtendría o simularía la información relevante?
- b) Describirlo en palabras: explicar con detalle el problema, las decisiones involucradas, el objetivo que persigue y todas sus restricciones asociadas.
- c) Modelar el problema: formular matemáticamente el modelo de optimización, indicando claramente lo que significa cada elemento. Debe estar definido de forma algebraica y ser agnóstico a datos particulares.
- d) Definir una (o más de una) instancia de datos, es decir, conjuntos de valores de los parámetros correspondientes a un escenario específico del problema que hayan elegido.
- e) Resolver una instancia usando la interfaz Python-Gurobi: explicar su código, entregar respaldo de la codificación del problema y presentar un resumen de los resultados obtenidos.

- f) Validar el resultado: deben verificar que los resultados obtenidos son consistentes con lo esperado y justificar que la solución tiene sentido para resolver la problemática real sobre la cual fue diseñada.
- g) Hacer análisis de sensibilidad postoptimal: analizar qué sucede al realizar modificaciones sobre parámetros relevantes. Por ejemplo, cambios en recursos de restricciones, costos en la función objetivo, inclusión de nuevas restricciones, entre otros. Esto depende, por supuesto, del contexto. Se espera que realicen, a través de esto, un análisis crítico de sus resultados y deduzcan lecciones sobre el comportamiento de su modelo frente a cambios potenciales del escenario.
- h) Valorar cuantitativamente el potencial que proporcionaría su solución al ser implementada en la organización escogida. Por ejemplo: ahorro de costos, aumento de ventas, reducción de tiempos, aumento de clientes atendidos, ahorro de tiempo en planificadores de solución, etc. Este punto está fuertemente ligado con la función objetivo escogida.

Aspecto administrativos

Grupos

El trabajo será realizado en grupos. Es responsabilidad de cada grupo:

- Formarse.
- Coordinar reuniones grupales y mantener un trabajo adecuado a lo largo del semestre. Esto incluye establecer liderazgos necesarios dentro del grupo, planificar el trabajo, agendar reuniones, repartir y asignar responsabilidades entre los integrantes del grupo y resolver conflictos internos.
- Mantener buenas relaciones de trabajo entre los integrantes del grupo.
- Redistribuir y mantener el trabajo en caso de perder a integrantes del grupo debido a un abandono del curso. En casos críticos (múltiples abandonos) el equipo docente podría reasignar grupos que hayan quedado muy disminuidos, pero **no hay garantía de que esto suceda**.

Entregas

Los grupos deberán realizar las siguientes tres entregas de acuerdo a lo que se especifica, como máximo en las fechas indicadas. Estas fechas de entrega son impostergables, deben desde ya comenzar a trabajar y organizarse para cumplirlas. Se penalizará entregas atrasadas.

Entrega 1: Miércoles 8 de septiembre

Consiste en un informe que describa en detalle el problema elegido y el modelo, es decir, las etapas a, b y c. Deberá indicar las referencias apropiadas si corresponde. El archivo PDF del informe debe ser subido al cuestionario respectivo en la Web del curso, a más tardar ese mismo día. El objetivo de este informe es que los ayudantes puedan evaluar el problema escogido, su modelo y entregarles un feedback apropiado para la siguiente entrega. Si el proyecto propuesto por el grupo no cumple, o cumple pobremente, las condiciones discutidas, entonces el corrector **rechazará el proyecto**. Esto implica que el problema, el modelo o ambos deberán ser reformulados para la segunda entrega. En este caso la entrega 1 tendrá nota 3,5 como máximo.

Entrega 2: Viernes 5 de noviembre

Corresponde a un segundo informe que cubre los puntos a, b, c, d, e y f. El objetivo es corregir el informe anterior en base a la retroalimentación recibida e incluir los puntos adicionales. Después de esta entrega no hay posibilidad de alterar la idea general del proyecto. El archivo PDF del informe, así como los archivos computacionales utilizados con su modelo, deben ser subidos (comprimidos) al cuestionario respectivo en la Web del curso, a más tardar ese mismo día.

Para aquellos grupos con reportes rechazados en la entrega 1, deberán realizar una presentación oral de 10 minutos al equipo docente (en un horario por determinar), **pudiendo su proyecto ser rechazado nuevamente**. En este caso la entrega 2 tendrá nota 3,5 como máximo.

Entrega 3: Viernes 26 de noviembre

Esta entrega consiste en el informe completo, es decir, hasta el punto h. A su reporte debe adjuntar los archivos fuente del código y subirlos al cuestionario respectivo en la Web del curso, a más tardar ese mismo día.

Adicionalmente, el grupo deberá entregar un archivo de video en formato *.mp4* con su presentación final efectiva y resumida que contenga la información de su proyecto. Debe incluir motivación y definición del problema, modelación del problema, estimación de datos, solución y análisis más relevante (análisis de sensibilidad), valoración de su solución y conclusiones. El video a entregar no puede contener ediciones, si no que tiene que ser una grabación continua de una sesión de zoom o similar. A modo de darle mayor fluidez a la presentación, se recomienda que el grupo escoja a solo uno de sus integrantes como el encargado de presentar. Se darán más detalles (de formato y dinámica de presentación, por ejemplo) en el momento oportuno.

Sobre el formato de los reportes

En cuanto a las entregas, se exige un nivel profesional en cuanto a presentación, estructura, redacción, ortografía, etc. Debe estar justificado, letra Arial tamaño 12 (para word), interlineado 1,5 y ajustarse al formato de la portada que será publicado en la Web del curso. Se exige utilizar un editor de ecuaciones (no escribir ecuaciones como texto). Se recomienda utilizar \LaTeX para sus reportes, pues facilita escribir modelos matemáticos. Se subirá una portada para \LaTeX en la web del curso con la letra e interlineado que se deben ocupar. Los informes que no cumplan con estas normas de presentación serán penalizados. Los datos, resultados de sensibilidad y recomendaciones entregadas por la solución propuesta deberán ser presentados de forma resumida y comprensible.

Calificación:

- Entrega 1: Corresponde al 15 % de la nota final del proyecto.
- Entrega 2: Corresponde al 25 % de la nota final del proyecto.
- Entrega 3: Corresponde al 60 % de la nota final del proyecto.

Depués de cada entrega, se realizará una evaluación entre los integrantes de cada grupo, a través de un medio que será informado de forma oportuna. Cada integrante asignará como máximo 5 puntos a cada uno de sus compañeros (sin incluirse a sí mismo), de modo que se calculará un ponderador por integrante para cada entrega como sigue:

$$P = \text{Puntos otorgados por compañeros} / (5 \times (\text{CantidadIntegrantes} - 1))$$

Notar que este ponderador va entre 0 y 1, por lo que corresponde a un castigo. Nadie subirá su nota con el ponderador. Además, si uno o más integrantes no responden la evaluación de pares, se asumirá que reparten 5 puntos a cada uno de sus compañeros. La nota final del proyecto (NP) será:

$$NP = 0,15 \times P_1 \times E_1 + 0,25 \times P_2 \times E_2 + 0,6 \times P_3 \times E_3,$$

donde P_i es el ponderador de cada entrega e E_i es la nota de cada entrega para $i = 1, 2, 3$.

Apoyo de Ayudantes

A cada grupo se le asignará un ayudante para consultas específicas y guía en el desarrollo del proyecto. La información de contacto del ayudante será entregada de forma oportuna. **Será requisito para aprobar el curso tener mínimo una reunión con el ayudante asignado antes de la Entrega 2.** Es su responsabilidad contactar al ayudante y agendar la reunión. El ayudante coordinador del proyecto es Francisco Urzúa. Consultas relativas al proyecto deberán hacerse en primera instancia a su ayudante asignado y en segunda instancia a Francisco (fjurzua@uc.cl).

Talleres

Se entregará material y realizarán talleres computacionales de Python-Gurobi con previo aviso.