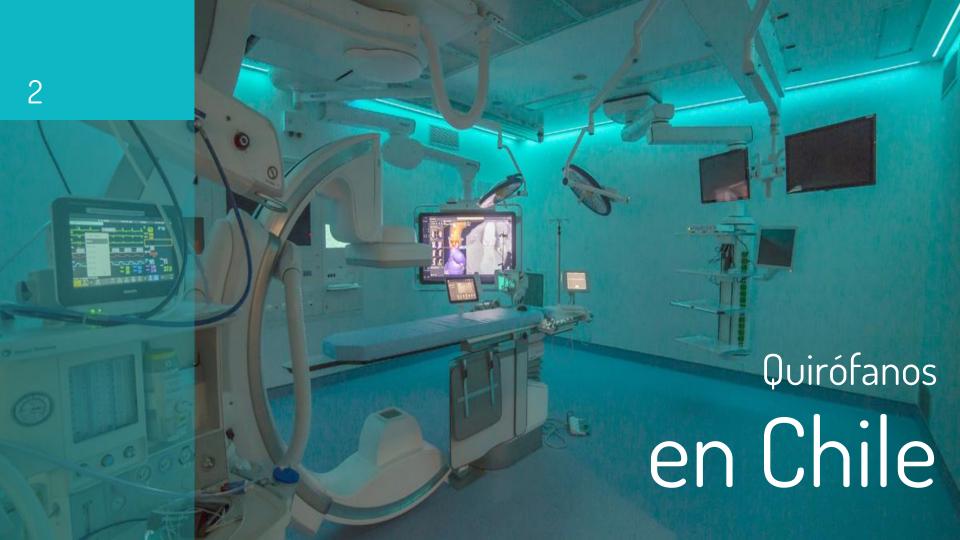
Agendamiento de pabellones



Contexto

En Chile, el promedio de espera por una cirugía es de **492** días¹.

Distintos tipos de **cirugía** tienen distintos tiempos de atención.

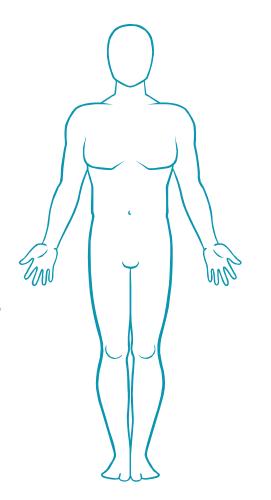
Problemática a abordar

Pabellones son limitados.

Hospitales deben satisfacer la mayor **demanda** posible.

Existen **costos** asociados a tener pacientes en cola esperando ser atendidos

El largo de las colas es directamente proporcional al tiempo de espera



Modelo

Proceso de Decisión Markoviana

Etapas, estados y variables de decisión

$$t \in \{1, 2, \dots\}$$

$$s = (u, w) = (\{u_i\}, \{w_i\}) \quad i \in \{1, \dots, I\}$$

$$x = (x_i) \quad i \in \{1, \dots, I\}$$

Probabilidades de transición

$$P_1(u_i') = P(q_i = u_i - x_i - u_i')$$

$$a_i = w_i + x_i$$

$$P_2(w_i') = P(r_i = a_i - w_i'|a_i)$$

$$\mathbb{P}(r_i = g|a_i) = \binom{a_i}{g} (1 - e^{-\lambda_i \cdot T})^g (e^{-\lambda_i \cdot T})^{a_i - g}$$

Probabilidades de transición

P₁ y P₂ representan la probabilidad de que cierta cantidad de pacientes quede en cola, y sea atendida, respectivamente.

$$\mathbb{P}(s' = (u'_i, w'_i) | s, x) = \begin{cases} \prod_{i=1}^{I} P_1(u'_i) \cdot P_2(w'_i) & \sum_{i=1}^{I} w'_i < E \\ 0 & \text{e.o.c} \end{cases}$$

Costo inmediato y cost-to-go

$$c(s,x) = \sum_{i} h \cdot (u_i - x_i)$$

$$V_t(s_t) = \min_{x_t \in X(s)} \left\{ c(s_t, x_t) + \lambda \sum_{s \in S} \mathbb{P}(s_{t+1} = s' | s_t, x_t) \cdot V_{t+1}(s') \right\}$$

Diseño del algoritmo de solución

MDP con horizonte infinito

Resuelto mediante iteración de valor

Algoritmo recursivo para generar los estados posibles

Hashing de probabilidades para acelerar algoritmo

Obtención de datos

Estadísticas atención de urgencias MINSAL

Simulación - Simpy (Python)

Cirugías semanales últimos 3 años en hospitales de la región metropolitana.

Obtención de datos

Pacientes de 2 tipos, extensible a *n*

Se necesitan tasas de llegada para cada tipo: se asumió exponencial pero de diferentes tasas, utilizando los datos mencionados anteriormente.

Se simulan 50 días siguiendo la política encontrada

Se comparan los resultados con posibles heurísticas usadas en el día a día por los administradores de hospitales

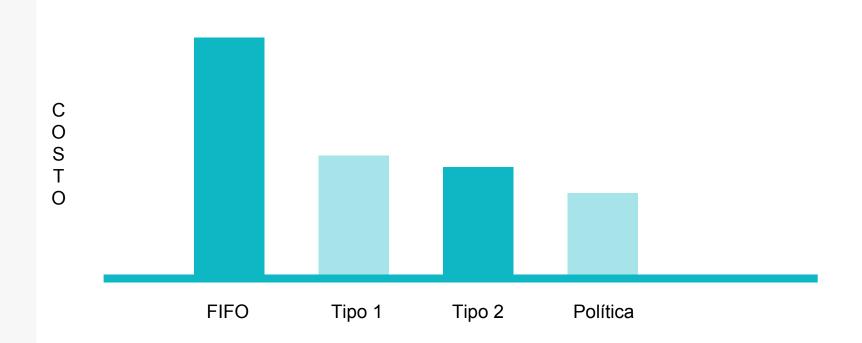
Horizonte de 50 días, 200 simulaciones por comparación

Política obtenida Política base

Una misma simulación

Horizonte de 50 días, 200 simulaciones por comparación

Política base	Variación en costo
FIFO	+21%
Preferir tipo 1	+10%
Preferir tipo 2	+8%



Variaciones en tasas de llegada:

lambda << capacidad</p>

Política base	Variación en costo
FIFO	0%

lambda >> capacidad

Política base	Variación en costo
FIFO	+1,7%

Lecciones

Granularidad del problema

La política FIFO funciona bien para tasas pequeñas: intuitivo

Espacio de estados crece de manera explosiva

Lecciones

Problemas son sensibles a las tasas de llegada.

Costo oportunidad de utilizar simulaciones costosas.

¿Preguntas?