

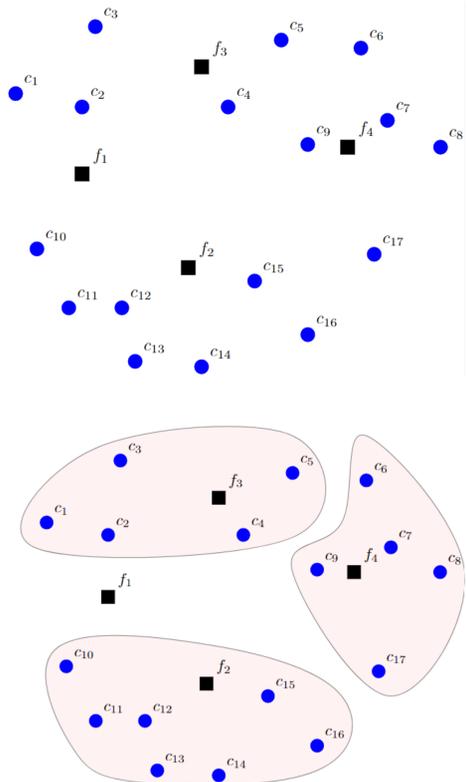
# Localización con orden aplicando un algoritmo Lagrangiano y programación estocástica para su potencial uso en un caso real

## PROBLEMA

- El problema de localización de instalaciones con orden de preferencias (SPLPO) es una variante del problema de ubicación de planta simple (SPLP) donde los clientes tienen **preferencias** sobre las instalaciones que les servirá.
- Se debe decidir qué instalación abrir, y cómo distribuir bienes a través de una red hacia clientes al mínimo costo.
- En este trabajo consideramos el orden de preferencia de los clientes como vectores aleatorios (2S-SPLPO).
- El problema puede ser aplicado a procesos de vacunación, donde los usuarios tienen preferencia sobre los centros de salud por los distintos tipos de vacunas que cada centro ofrece o por algún otro atributo.**

## OBJETIVO GENERAL

Proponer un modelo estocástico de programación lineal para el SPLPO y diseñar un algoritmo que resuelva el problema para instancias grandes.



## PROPUESTA

- Proponemos una nueva formulación estocástica de dos etapas del SPLPO, la cual considera el orden de preferencia de los clientes como vectores aleatorios, llamamos a este nuevo modelo **2S-SPLPO**.
  - Primera etapa:** ¿Qué instalación abrir (variables binarias  $y$ ).
  - Segunda etapa:** ¿Cómo distribuir bienes desde las instalaciones hacia los clientes (variables  $x$ ).
- 
- Debido a que el **2S-SPLPO** es **NP-hard**, proponemos un algoritmo de solución al que llamamos **ADA**.
  - ADA utiliza **relajación lagrangiana** (resuelto con un método de subgradiente) como un punto de inicio de una formulación **semi-lagrangiana** cuyo **problema dual** asociado se resuelve con un **método de ascenso** y una **heurística** de aceleración.

$$\text{Minimize } \sum_{j \in J} f_j y_j + \sum_{\omega \in \Omega} \alpha^\omega \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} c_{ij} x_{ij}^\omega$$

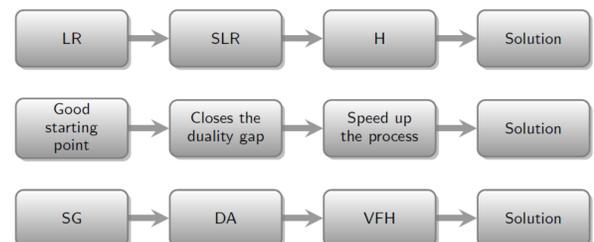
$$\text{subject to } \sum_{j \in J} x_{ij}^\omega = 1, \quad \forall i \in I, \forall \omega \in \Omega,$$

$$x_{ij}^\omega \leq y_j, \quad \forall i \in I, \forall j \in J, \forall \omega \in \Omega,$$

$$\sum_{k \in W_{ij}^\omega} x_{ik}^\omega \geq y_j, \quad \forall i \in I, \forall j \in J, \forall \omega \in \Omega,$$

$$x_{ij}^\omega \geq 0, \quad \forall i \in I, \forall j \in J, \forall \omega \in \Omega,$$

$$y_j \in \{0, 1\}, \quad \forall j \in J.$$



## RESULTADOS

Los tiempos de ADA comparados con los tiempos de un solver de optimización comercial, cuando se trata de resolver instancias del 2S-SPLPO consideradas grandes en la literatura, son mucho mejores.

ADA encuentra el óptimo en la mayoría de los problemas dados.

Cuando ADA no encuentra el óptimo, la solución obtenida es muy cercana a la óptima, dada por el software comercial.

Prob	Xpress				Hc			SG		DA with VFH				ADA		
	Opt	LP	y-j	t	bUB	y-j	t	LB	t	bUB	LB	y-j	t	Tt	imp	t
a10075_1	2469439	1811464	2	561	2476632	1	1	1644492	31	2476632	1978083	3	265	296	47%	0.29%
a10075_2	2458870	1805025	3	685	2476632	1	1	1627278	32	2458870	1971011	3	237	270	61%	0.00%
b10075_1	2132719	1364985	5	17935	2270467	6	1	1112051	37	2132719	1558555	5	3531	3568	80%	0.00%
b10075_2	2163818	1367450	7	27679	2218215	7	1	1160875	43	2163818	1564516	7	4380	4422	84%	0.00%
c10075_1	1978807	1271848	7	14835	2072702	6	1	1052860	49	1988903	1496210	7	1027	1076	93%	0.51%
c10075_2	1987757	1261290	6	11567	2118928	9	1	1066388	51	1987757	1452609	6	3152	3202	72%	0.00%
a125100_1	3070535	2416518	1	918	3070535	1	2	2237118	93	3070535	2619571	1	573	666	27%	0.00%
a125100_2	3070535	2388054	1	1088	3070535	1	1	2239726	106	3070535	2587669	1	702	808	26%	0.00%
b125100_1	2800573	1815018	8	53666	2850413	5	2	1601481	118	2850413	2078979	7	20837	20955	61%	1.78%
b125100_2	2820883	1820001	5	78669	3019740	4	1	1592305	143	2820883	2016632	5	8230	8373	89%	0.00%
c125100_1	2702169	1698737	9	239967	2866218	10	2	1488148	157	2702169	1990068	9	23717	23874	90%	0.00%
c125100_2	2716252	1705149	6	204007	2829945	5	1	1477796	168	2717597	2007831	7	27442	27610	86%	0.05%
a150100_1	3768087	2924250	1	1735	3768087	1	1	2699949	109	3768087	3239975	1	905	1014	42%	0.00%
a150100_2	3768087	2918397	1	1819	3768087	1	1	2702231	111	3768087	3251719	1	117	228	87%	0.00%
b150100_1	3412417	2179897	6	169739	3637438	1	1	1923456	141	3412417	2599980	6	21111	21252	87%	0.00%
b150100_2	3388309	2196284	3	69508	3637438	1	2	1924300	169	3388309	2679093	3	14792	14962	78%	0.00%
c150100_1	3287595	2010587	5	502354	3413288	4	2	1768341	185	3413288	-	-	-	-	-	-3.82%
c150100_2	3229424	2012045	6	494721	3307459	5	3	1776475	132	3300341	2474515	7	119700	119832	76%	2.20%
a150100_1	3768087	2924250	1	1735	3768087	1	1	2635877	94	3768087	3229888	1	1159	1253	28%	0.00%
a150100_2	3768087	2918397	1	1819	3768087	1	1	2637900	109	3768087	3242679	1	1255	1364	25%	0.00%
b150100_1	3412417	2179897	6	169739	3637438	1	2	1876775	147	3445585	2607746	4	21590	21738	87%	0.97%
b150100_2	3388309	2196284	3	69508	3637438	4	4	1863975	155	3388309	2599780	3	8984	9139	87%	0.00%
c150100_1	3287595	2010587	5	502354	3413288	4	2	1750243	179	3288348	2457997	6	78577	78756	84%	0.02%
c150100_2	3229424	2012045	6	494721	3307459	5	3	1718731	185	3230261	2470331	7	144729	144729	71%	0.03%

## CONCLUSIONES

- El modelo estocástico propuesto, **2S-SPLPO**, es lineal y por lo tanto pueden utilizarse técnicas clásica para su solución en instancias pequeñas. Para instancias grandes, **ADA** puede aplicarse y los resultados son prometedores.
- Aunque **ADA** está basado en optimización exacta, por el uso de una heurística de aceleración en su etapa final, es un procedimiento heurístico que no garantiza soluciones óptima, sin embargo, casi siempre lo encuentra en un tiempo muy corto, como lo muestran los experimentos computacionales.
- 2S-SPLPO** puede ser aplicado a procesos de vacunación, donde los usuarios tienen preferencia sobre los centros de salud por los distintos tipos de vacunas que cada centro ofrece, o por cercanía a sus viviendas, u otra característica del centro que los usuarios consideren como favorable. El gobierno encargado, debe decidir sobre qué centros abrir en función de este orden de preferencias.