

# Mixed Integer Programming: Trabajando en “Producción”

Optimización del transporte de caudales



FAMAF

# Situación Inicial

- Squad Pagos Físicos y Migración N + Analytics N + Grupo de Matemática Aplicada FAMAF
- Planificación Mensual del retiro del efectivo de +180 sucursales
- Servicio de transporte tercerizado
- ~40 horas mensuales
- **KPI: Costo Logístico (Minimizar)**



# Forma de trabajo: Sprints

- 1º: REUNIONES Y PAPERS
- 2º: MODELOS Y UN PERSONAJE ESPECIAL
- 3º: IMPLEMENTACION EN PYTHON
- 4º: “PASAJE A PRODUCCION”



# Primer Sprint

## Reuniones y Papers!!!

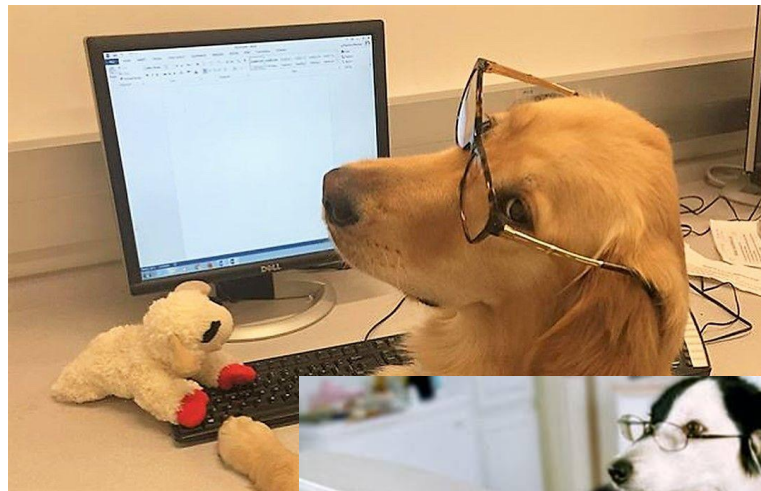
- Etapa presencial, entendimiento del problema.
- Buscar bibliografía, muuucha bibliografía.  
<http://www.optimization-online.org/>
- Reuniones internas del grupo “científico”. Pizarrón y tiza.
- Duración: 2-3 semanas, bastante bien.



# Segundo Sprint

## Modelos

- Etapa poco presencial
- Generamos una [mini herramienta](#) para negociación con empresa de caudales con Dash (Plotly)
- Generación del primer modelo e implementación de “juguete”
- Obtención de datos reales



# Modelo

## Datos para planificar

- Ruta de camiones (ciudades - sucursales - días hábiles - costo).
- Días (planificación mensual, pero esto puede variar).
- Efectivo al empezar la planificación por sucursal y capacidad de buzón.
- Forecasting de flujo de dinero por sucursal por día.

$$\underset{x,e,t}{\text{minimizar}} \quad \sum_{d=1}^{n_d} \sum_{p=1}^{n_p} c_p x_{dp}$$

$$\text{sujeto a} \quad e_{sd} = e_{s,d-1} + r_{sd} - \sum_{p=1}^{n_p} t_{sdp}, \quad s = 1, \dots, n_s, \quad d = 1, \dots, n_d$$

$$e_{sn_d} = r_{sn_d}, \quad s = 1, \dots, n_s$$

$$\sum_{s=1}^{n_s} m_{sp} t_{sdp} \leq M x_{dp}, \quad d = 1, \dots, n_d, \quad p = 1, \dots, n_p$$

$$\sum_{s=1}^{n_s} (1 - m_{sp}) t_{sdp} = 0, \quad d = 1, \dots, n_d, \quad p = 1, \dots, n_p$$

$$0 \leq e_{sd} \leq b_s, \quad s = 1, \dots, n_s, \quad d = 1, \dots, n_d$$

$$0 \leq t_{sdp} \leq e_{s,d-1}, \quad s = 1, \dots, n_s, \quad d = 1, \dots, n_d, \quad p = 1, \dots, n_p$$

$$x_{dp} \in \{0, 1\}, \quad x_{dp} \leq h_{dp}, \quad d = 1, \dots, n_d, \quad p = 1, \dots, n_p.$$

# Ejemplo de Ruta

Ruta	Localidades	Días	km	# local	Costo
1	Cruz del Eje, La Falda y Cosquín	lun, jue	0,00	3	10805,79030
2	Cruz del Eje, La Falda y Cosquín	mar, mie, vie	173,00	3	26987,70860
3	Cruz del Eje	lun - vie	121,50	1	14966,68775
4	La Falda	lun - vie	58,50	1	9073,85045
5	Cosquín	lun - vie	45,0	1	7811,09960

localidad	capacidad del buzón	efectivo inicial
Cruz del Eje	4960000	546128
La Falda	7270000	719892
Cosquín	7080000	719990

Mes: Enero 2020 (31 días)

Variables finales: 286 (713 contando auxiliares)

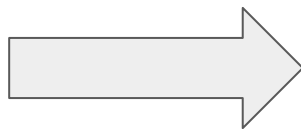
Tiempo de corrida: 0.20 segundos!!!





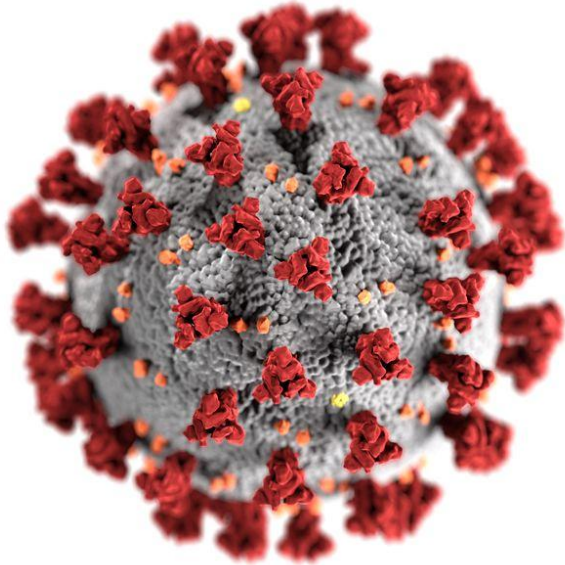
	día	Cruz del Eje	La Falda	Cosquín
1	mie			
2	jue			
3	vie			
4	sab			
5	dom			
6	lun	1	1	1
7	mar	3		
8	mie	3		
9	jue	1	1	1
10	vie	3		
11	sab			
12	dom			
13	lun	1	1	1
14	mar			
15	mie			
16	jue	1	1	1
17	vie			
18	sab			
19	dom			
20	lun			
21	mar			
22	mie			
23	jue	1	1	1
24	vie			
25	sab			
26	dom			
27	lun			
28	mar			
29	mie			
30	jue			
31	vie	2	2	2

Recalculando...



	día	Cruz del Eje	La Falda	Cosquín
1	mie			
2	jue			
3	vie			
4	sab			
5	dom			
6	lun	1	1	1
7	mar			
8	mie			
9	jue	1	1	1
10	vie			
11	sab			
12	dom			
13	lun	1	1	1
14	mar			
15	mie			
16	jue			
17	vie			
18	sab			
19	dom			
20	lun	1	1	1
21	mar			
22	mie			
23	jue			
24	vie			
25	sab			
26	dom			
27	lun			
28	mar			
29	mie			
30	jue	1	1	1
31	vie			

Todo venía marchando relativamente bien, hasta que empezó a marchar relativamente mal...



# Tercer Sprint

## Complejizando

- De presencial ni hablemos...
- Costo Financiero (queda para otro día...)
- Implementación para todos los conjuntos de rutas del país
- Aparecieron algunos problemas (por si la pandemia no alcanzaba)
- Librería importante: [PuLP](#) (también de COIN-OR!!!)



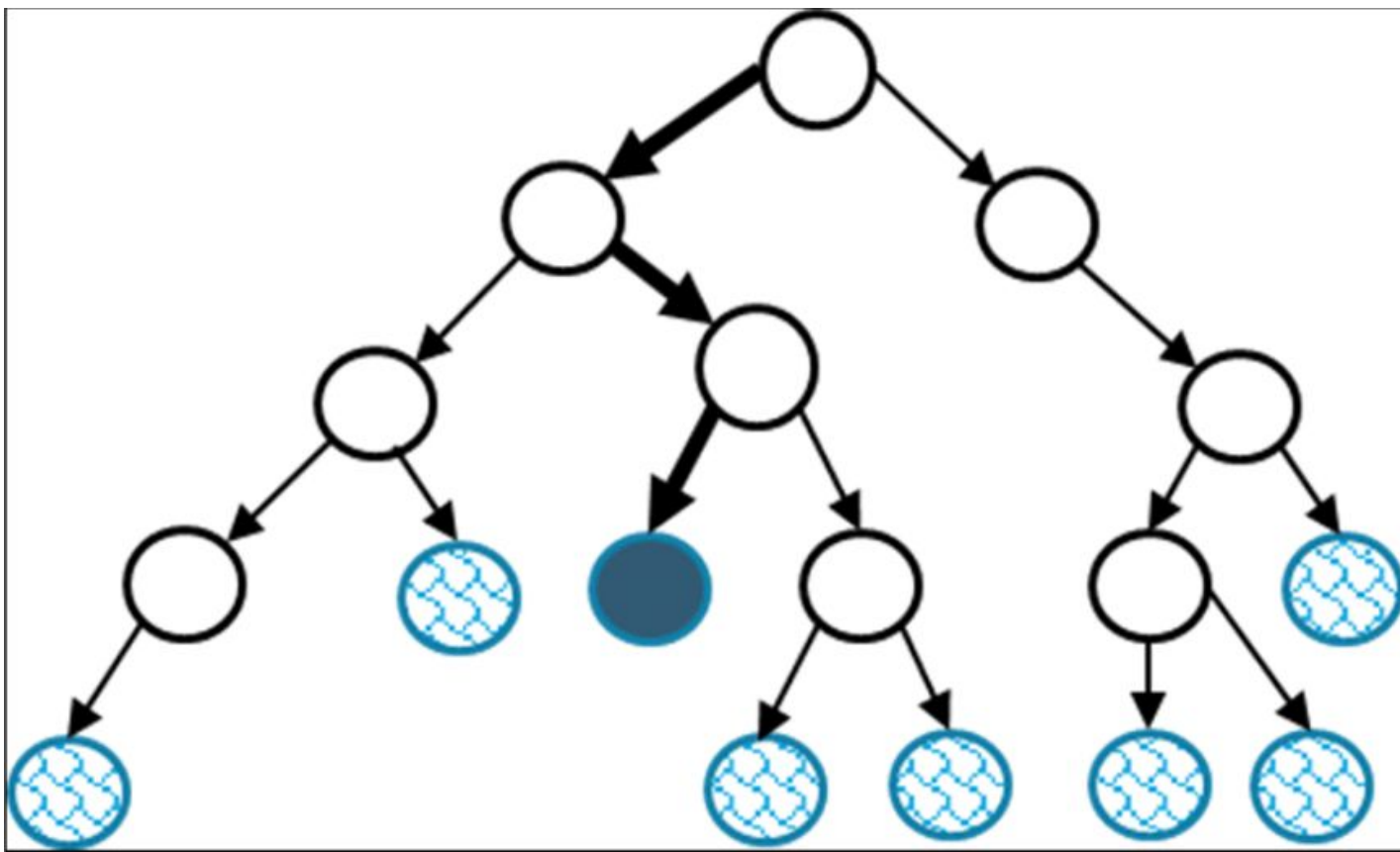
# Solvers



# Datos



# Recursos



# Cuarto Sprint

## “Redondeando”

- Cómo servir una interfaz para el squad de Pagos?
- Gente de la academia haciendo UX
- Hubo que amigarse con Excel... Usando OpenOffice y Pandas!
- Ida y vuelta, pero funcionó!!!



# Para concluir...

- El trabajo de vinculación fue un éxito!
- ~40 horas de trabajo mensuales ----> ~6 minutos mensuales
- Modelo flexible y corriendo con una planilla como input
- El agregado del costo financiero no apareció rápido en búsqueda de bibliografía





# Bonus Track: SUDOKU!!!

5	3			7				
6			1	9	5			
	9	8					6	
8				6				3
4			8		3			
7				2				
	6					2	8	
			4		9			
				8			7	