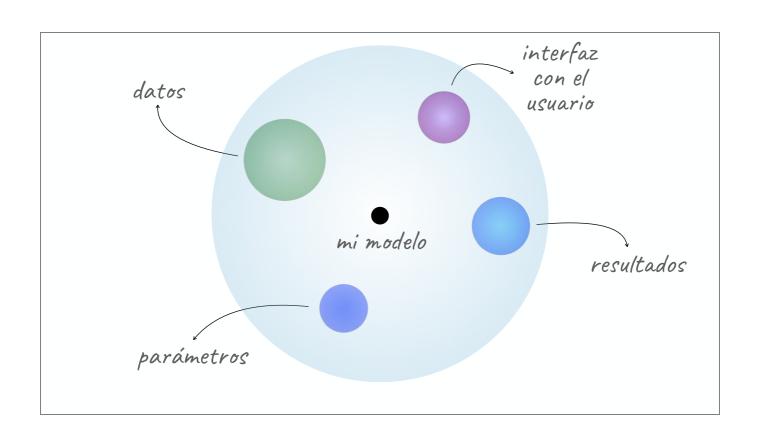
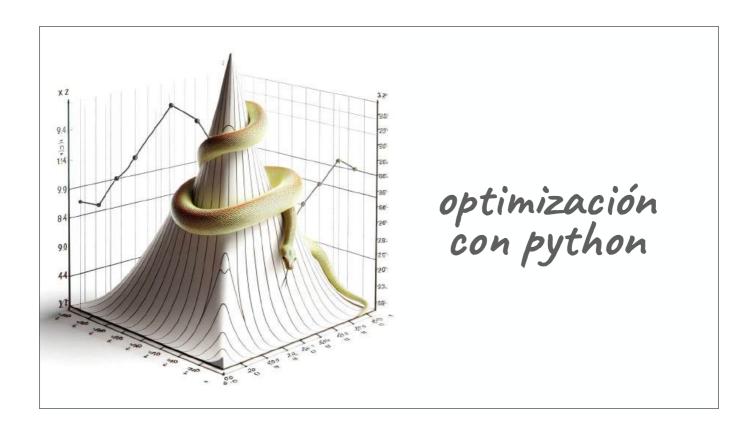
INVESTIGACIÓN OPERATIVA SUPERIOR

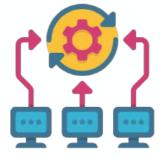
al fin ...joptimización!

Presencial





integración



posibilidad de integración con todas las partes de mi modelo ampliado

gratuito*



gratuito frente a los altos costos en dólares del software comercial

el modelo más simple ...

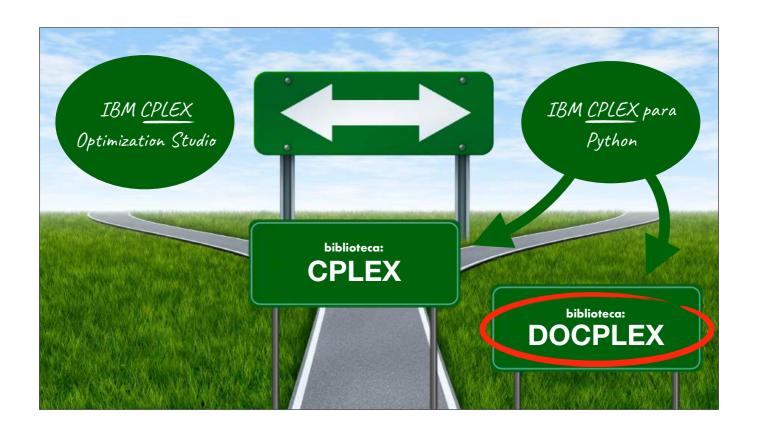
 $maximizar 30^*x + 15^*y$

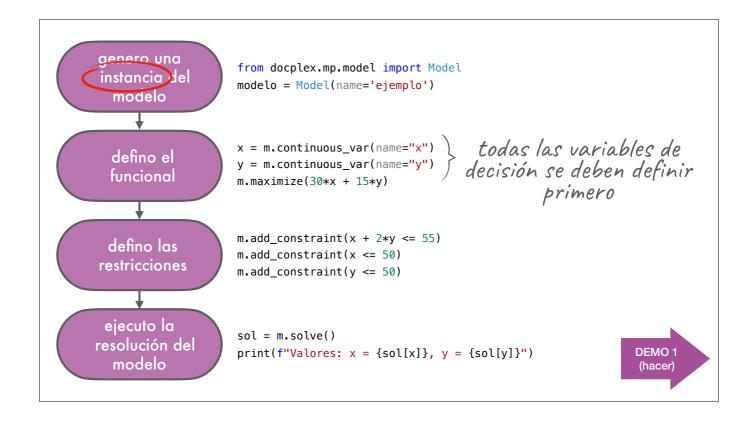
 $x + 2^{*}y \le 55$

x ≤ 50

y ≤ 50











una empresa vende tres productos ...





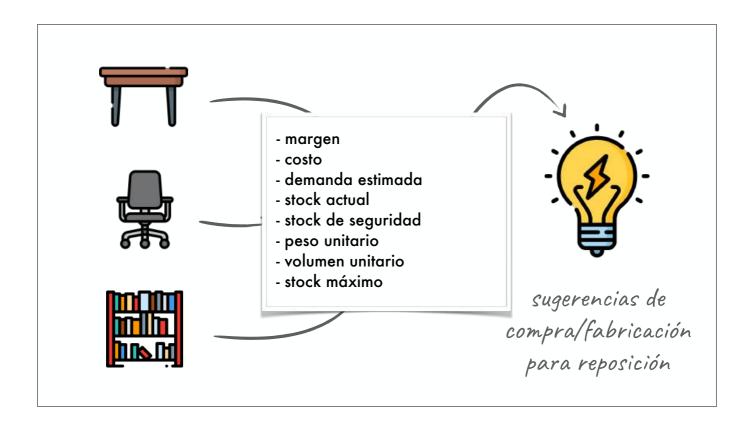


Silla (O)



Biblioteca (B)

cada semana se pregunta ¿qué cantidades de cada producto me conviene comprar/fabricar?



ecuaciones

- (1) debemos maximizar la ganancia (funcional)
- (2) el espacio ocupado por estanterías no debe superar 84000 m2
- (3) ningún producto puede estar por debajo del stock de seguridad definido
- (4) ningún producto puede superar el máximo stock definido
- (5) el peso de mesas y sillas sumados no puedo superar los 1900 kg
- (6) no puedo superar el importe máximo de 1.200.000 ARS/semana
- (7) el stock final no debe superar 1,1 * demanda estimada para cada producto

veamos una por una las ecuaciones ...

1) maximizar la ganancia

maximizar
$$m_m * Q_m + m_s * Q_s + m_b * Q_b$$

 $\begin{array}{c} \textit{variable de} \\ \textit{decisión (entera)} & \longrightarrow & Q_i : \textit{cantidad a comprar de producto i} \end{array}$

(2) limitación de superficie



S6 *Stk6 + S6 *Q6 < 84.000

S_B: superficie de una biblioteca (m²) Stk_B: stock inicial de bibliotecas (m²)

 $\mathsf{Q}_\mathtt{B}$: cantidad a comprar de bibliotecas

(3) stock de seguridad

$$\longrightarrow Stk_m + Q_m \ge Seg_m$$

$$\longrightarrow Stk_s + Q_s \ge Seg_s$$

$$\longrightarrow Stk_b + Q_b \ge Seg_b$$

Stki: stock actual producto i

Segi : stock de seguridad producto i

(4) stock máximo

$$\longrightarrow$$
 $Stk_m + Q_m \leq Smax_m$

$$\longrightarrow Stk_s + Q_s \leq Smax_s$$

$$\longrightarrow$$
 $Stk_b + Q_b \leq Smax_b$

Stki: stock actual producto i

Smaxi: stock máximo del producto i

(5) peso máximo

$$Peso_m * Q_m + Peso_s * Q_s \leq Pmax$$

Peso_i : peso unitario del producto i Pmax : peso máximo de carga

(6) inversión máxima

$$C_m *Q_m + C_s *Q_s + C_b *Q_b \le 1.200.000$$

C_i : costo del producto i

(7) demanda estimada

Ħ

 $Stk_m + Q_m \leq 1, 1 *D_m$



 $Stk_s + Q_s \leq 1,1*D_s$



 $Stk_{b} + Q_{b} \leq 1,1^{*}D_{b}$

Stk_i: stock actual producto i D_i: demanda del producto i





el código para nosotros son las ecuaciones

[HardCoded]

no se debería "hardcodear" ningún dato que en un futuro pueda variar

> jy si varia el stock?

jy si varían los parámetros?

> jy si varia el margen?

jy si varia el presupuesto?



jo si varía cualquier otro valor?

iy si agrego un producto?

jy si agrego 20 productos? tratar con gran cantidad de datos obtener información de distintas fuentes

modelización avanzada y modelos dinámicos

resolver la variabilidad de los datos

debemos comenzar planteando las ecuaciones en forma genérica ...

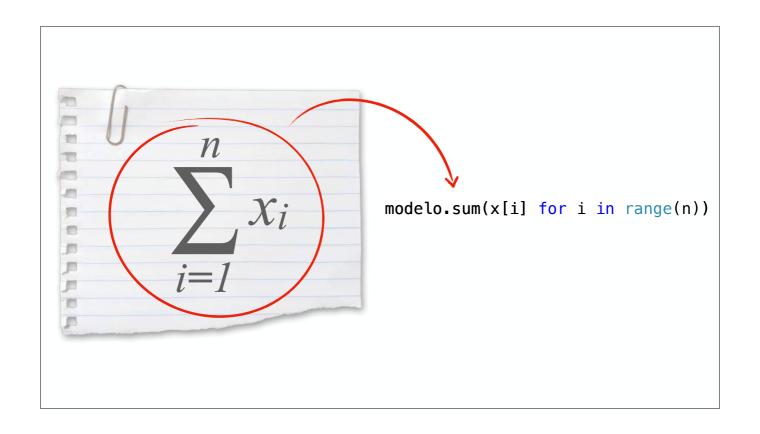
maximizar $\sum_{i=1}^{n} M_i \times Q_i$ 1

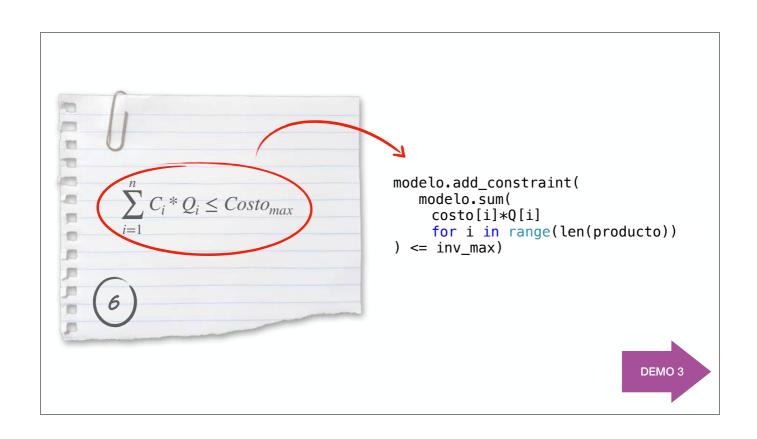
- $(2) \quad Sup_b \times Stk_b + Sup_b \times Q_i \le Sup_{max}$
- $(3) Q_i + Stk_i \ge Seg_i \quad \forall i \in 1...n$
- (5) $Peso_m \times Q_m + Peso_s \times Q_s \le Peso_{max}$
- $\sum_{i=1}^{n} C_i \times Q_i \leq Costo_{max}$
- $Q_i + Stk_i \le 1, 1 \times D_i \quad \forall i \in 1...n$

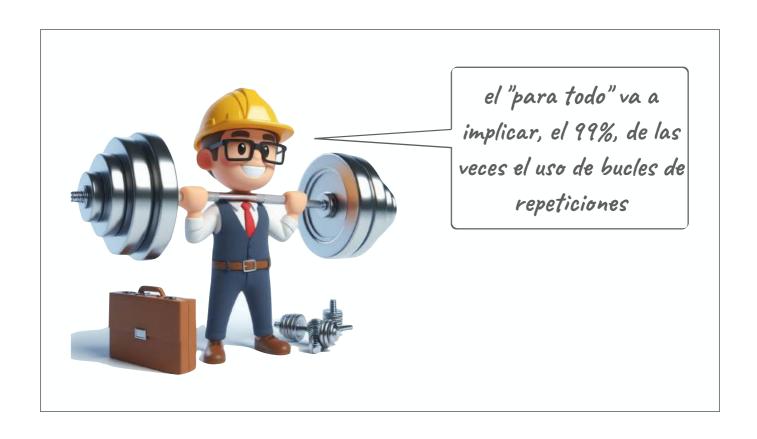
y busco <u>dos</u> cosas ...

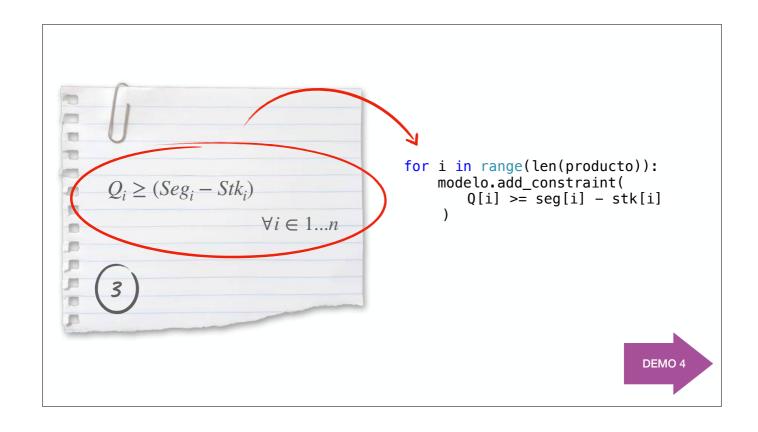
las sumatorias van a implicar, el 99% de las veces, el uso de listas













otras bibliotecas de optimización

```
from docplex.mp.model import Model

modelo = Model(name='ejemplo')

x = modelo.continuous_var(name="x")
y = modelo.continuous_var(name="y")
modelo.maximize(30*x + 15*y)

modelo.add_constraint(x + 2*y <= 55)
modelo.add_constraint(x <= 50)
modelo.add_constraint(y <= 50)

sol = modelo.solve()

print("x", "=", sol[x])
print("y", "=", sol[x])
print("Objetivo: ", sol.get_objective_value())</pre>
```





!pip install docplex





IBM

CPLEX

APACHE LICENSE, VERSION 2.0

```
import cplex
modelo = cplex.Cplex()

modelo.variables.add(obj=[30, 15], lb=[0, 0], ub=[50, 50], names=["x", "y"])
modelo.objective.set_sense(modelo.objective.sense.maximize)
modelo.linear_constraints.add(lin_expr=[[["x", "y"], [1, 2]]], senses=["L"], rhs=[55])
modelo.solve()

print("x"," = ", modelo.solution.get_values(["x"]))
print("y"," = ", modelo.solution.get_values(["y"]))
print("Objetivo: ", modelo.solution.get_objective_value())
```

!pip install cplex





COMERCIAL LICENSE, IBM

```
from pyscipopt import Model

modelo = Model()

x = modelo.addVar("x")
y = modelo.addVar("y")
modelo.setObjective(30*x + 15*y, sense="maximize")

modelo.addCons(x + 2*y <= 55)
modelo.addCons(x <= 50)
modelo.addCons(y <= 50)

modelo.optimize()

print("x"," = ", modelo.getBestSol()[x])
print("y"," = ", modelo.getBestSol()[y])
print("Objetivo: ", modelo.getObjVal())</pre>
```



!pip install pyscipopt





APACHE LICENSE, VERSION 2.0

```
import glpk
modelo = glpk.LPX()
modelo.obj.maximize = True
modelo.rows.add(3)
modelo.rows[0].bounds = None, 55.0 modelo.rows[1].bounds = None, 50.0
modelo.rows[2].bounds = None, 50.0
modelo.cols.add(2)
modelo.cols[0].bounds = 0.0, None
modelo.cols[1].bounds = 0.0, None
modelo.obj[:] = [30.0, 15.0]
modelo.matrix = [
    1.0, 2.0,
1.0, 0.0,
     0.0, 1.0
]
modelo.simplex()
print("x", "=", modelo.cols[0].primal)
print("y", "=", modelo.cols[0].primal)
print("Objetivo: ", modelo.obj.value)
```







```
from ortools.linear_solver import pywraplp
modelo = pywraplp.Solver.CreateSolver("GLOP")
x = modelo.NumVar(0, modelo.infinity(), "x")
y = modelo.NumVar(0, modelo.infinity(), "y")
objective = modelo.Objective()
objective.SetCoefficient(x, 30)
objective.SetCoefficient(y, 15)
objective.SetMaximization()
ct1 = modelo.Constraint(0, 55, "ct")
ct1.SetCoefficient(x, 1)
ct1.SetCoefficient(y, 2)
ct2 = modelo.Constraint(0, 50, "ct")
ct2.SetCoefficient(x, 1)
ct3 = modelo.Constraint(0, 50, "ct")
ct3.SetCoefficient(y, 1)
modelo.Solve()
print("x", "=", x.solution_value())
print("y", "=", y.solution_value())
print("Objetivo: ", objective.Value())
```



pip install ortools





APACHE LICENSE, VERSION 2.0





ex-coloquio

- Formato paper (overleaf [latex]).
- Aproximadamente 5-6 páginas.
- Si lo desean, les ayudamos a publicarlo.
- Los temas no se repiten ni se solapan.

FACULTIAD ON INCOMERTA, UNIVERSITIAD DE DICENOS ARIOS, SUPTEMBRE 2004

Evaluación de distintas bibliotecas de optimización para Python

Jaan Carlon, Facultad de Ingenieria, Universidad de Barnos Aires

Abstract—Loren liques deles el most, consection explairing del Politeriorge un attention de l'attent commentates locales. Il Politeriorge un métation le consection de l'acte de

India Some-Lerus, Ipous, dolor, sit, asset.

1. Istraopucciós

I GREM groun older is area, connectors adjuscing cit.

I reference maximum box i trains condimensan incidi.

Li ulticos preima paiso i si cantendi. Desce blande indigene

Li ulticos preima paiso i si cantendi. Desce blande indigene

Li ulticos preima paiso i si cantendi. Desce blande indigene

Li una

Cardina redictable lainest extra cleanuran leats. Proudish blockers local in our instantes returnes. Means a segasaria, pera sen sed, scope join. Sed was succe entr. Mancean a data or todo aggin accurant non runs. Nontargue, cur sed sedintique facilità, manc mi viene journ, ved velocial date mai era. Presi banda qui finar ai tencen. In his historia piras dicaras. Polosseque vel suco algoba lacina posure abrica. Mescara ricidara taladita, positire efficire sei posu. Elian telho vi. Handi data, positire efficire sei posu. Elian telho vi. Handi Abanderi qui. Scalerti si cara.

lacus. Proceed cu lobortis est, sel sociales junto. Ul scelerisque, junto eget liurius vurius, felis est vurius dolor, non egestas

become et a om utte. Eston vilaptace varione locus ce porte. lingua quel lonece eux. Nom se cién a con peta firmensiam augusto si frito. Desce sed sem se zific hibendara venerali. Annosa granda viencusio era: a impredit com enurar situazio. Desce qui en norma sugue. Ul sego trorra vedales, vidapra glagala agia, instaliata antari. Procedita herra neopa, voldara agia di principali della considera antari. Procedita locus reali. se ci si, rimones recilis cent. Nallam bebrita theseus reali. sego be brackeri rimone condizionenza si anti None: agia issua propieto brackeri rimone condizionenza si anti None: agia issua provincenti limpilita e con collectamento della contra similario. Sodifer enque viten phonetro quana. Un sanequi era rimonenti. Simpilita e con celerazione della contra con contra con contra con similario.

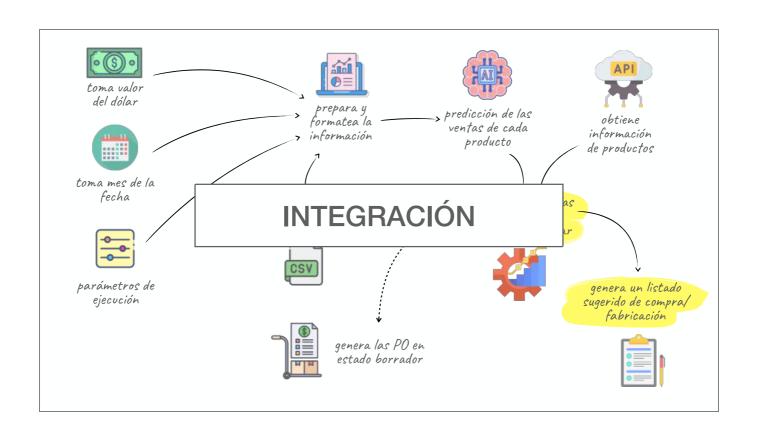
Prisis are risen varies send come harvest. Pressurs si atter dista state, di me temper esta. Maccine pietemospe di ditis sugue concentra macines con a sospe, brage vel peri silis. In san camisando sarpie. Nora el laten elle. Suppendio consupari el les signitis pieceri. Nora eletifont polinerapse del ince haistis. Bians haeser dos liberios, lecisira mes el trasper guan. Dians comun metan vise larde velera succiona leggia vicina vele sisperi, u maccinas sidere electris est. Conputions si vele ege sarries. Nora sisperi tralia si bilendar verta. Nora vide se situ signi. Maccoma haven mesta, calle

Noth in felis sit unter loctus digensim puberius at vine heren, luceger nes ultricies los, quis dietans es. Aliquas fringilla tentra a tempor locreet. Quinque ligala lectus, canta at neque son, symma dilamousper riol. Sam vitar luctus as Aliquas

comparativa de capacidades, velocidades, complejidad, licenciamiento, etc ...



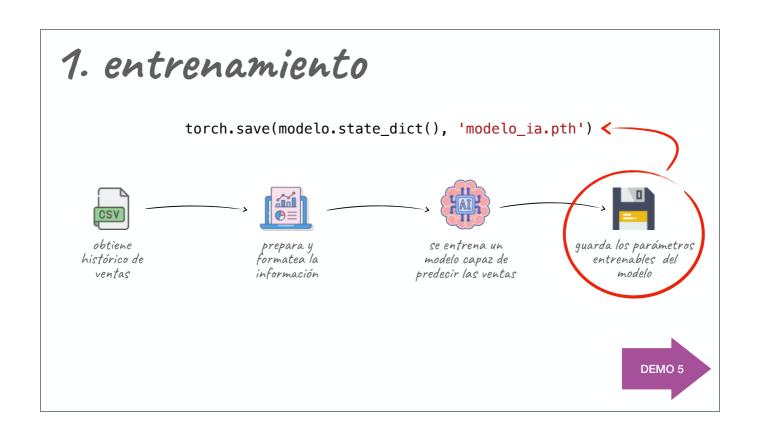


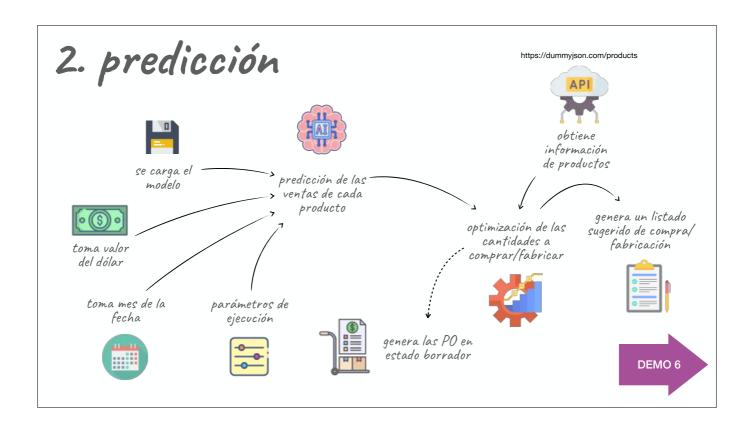




una aclaración

dado que hay un algoritmo de inteligencia artificial que debe ser entrenado, el esquema anterior tiene dos partes ...





algunas practicas optativas ...



(1) hacer el ejercicio integrador cambiando el motor de optimización y exportar los resultados a un listado csv.

investigar posibilidades, ventajas y desventajas de compilar un archivo python (pista: ".pyc").



introducción a python



modelo ampliado



optimización con python



formato xml



intercambio de datos



inteligencia artificial



preprocesamiento de datos



archivos separados por comas



interfaz de programación de aplicaciones



formato ison



próxima clase:

clase virtual

nuevo módulo: planificación introducción, programación de restricciones y scheduling

bibliografía y otros ...

[Python] Google ORTOOLS:

https://developers.google.com/optimization https://medium.com/google-or-tools

[Python] IBM CPLEX

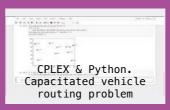
https://ibmdecisionoptimization.github.io/tutorials/html/Linear Programming.html

[Python] SCIP:

https://www.scipopt.org/ https://scipopt.github.io/PySCIPOpt

[Python] GLPK:

https://pyglpk.readthedocs.io https://www.gnu.org/software/glpk/







ORTools (Inglés)

INVESTIGACIÓN OPERATIVA SUPERIOR

jmuchas gracias!