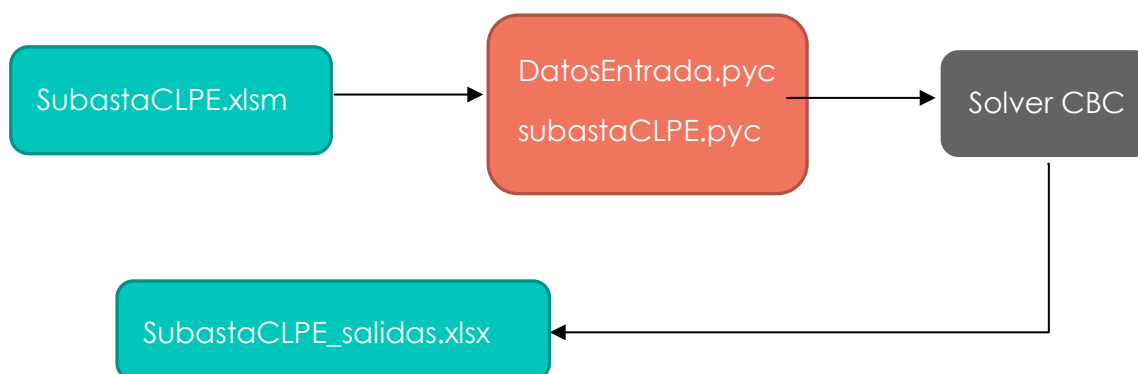


Manual de usuario del prototipo subasta CLPE

Para el correcto funcionamiento del prototipo de la subasta CLPE, se debe tener instalado previamente el Python y la librería pyomo. Ver la guía de instalación.

El prototipo de la subasta CLPE es una macro en Excel que ejecuta un modelo de optimización en Python-pyomo y que posteriormente es resuelto por el solver CBC. Este optimizador es un software gratuito desarrollado por la fundación COIN-OR de la que hacen parte prestigiosas universidades en Estados Unidos.

La arquitectura del prototipo se muestra en la siguiente figura:



Se requiere crear una carpeta con los siguientes archivos:

- DatosEntrada.pyc
- subastaCLPE.pyc
- SubastaCLPE.xlsm
- SubastaCLPE_salidas.xlsx

Para probar que el modelo ejecuta de forma correcta, se debe abrir el archivo SubastaCLPE.xlsm en la hoja EJECUTAR y dar click en el botón EJECUTAR SUBASTA. Si se presenta alguna falla se debe reiniciar el equipo y verificar que el nombre de la carpeta creada no contenga espacios en blanco.

NOTAS IMPORTANTES

- Por ninguna razón se deben modificar los nombres de los archivos.
- El nombre de la carpeta creada no puede tener espacios en blanco.

1. Archivo de entrada y ejecución

A continuación, se describen cada una de las hojas que componen el archivo SubastaCLPE.xlsm. Este archivo contiene todos los datos de entrada de la subasta y el botón de ejecución.

Hoja proyectosGeneración:

nombre	capacidadMaxima	factorPlanta	empresa
EOLICO 1	500	0.57	EMPRESA1
SOLAR 1	100	0.26	EMPRESA2
SOLAR 2	100	0.26	EMPRESA3

En esta hoja se definen los parámetros de los proyectos de generación que participan en la subasta. En el campo nombre se ingresa el nombre del proyecto. En el campo capacidad máxima, se ingresa la capacidad instalada del proyecto de generación en MW. En el campo factorPlanta, se ingresa el valor del factor definido por la UPME para la tecnología del proyecto. Debe ser un valor entre 0 y 1.

Hoja ofertasCompra:

nombre	ID_oferta	energiaMax	precio	ordenLlegada
COMERCIALIZADOR 1	C001	1000	180.00	2
COMERCIALIZADOR 2	C002	1500	180.00	1
COMERCIALIZADOR 3	C003	1500	250.00	3

En esta hoja se ingresan las ofertas de compra. Estas ofertas son realizadas por los comercializadores participantes en la subasta.

En el campo nombre se ingresa el nombre del comercializador. En el campo ID_oferta se ingresa un código único de la oferta. En el campo energiaMax se ingresa la cantidad de energía diaria en MWh-día que el comercializador está dispuesto a comprar. Y en el campo precio se ingresa el precio máximo en \$/kWh al que el comercializador está dispuesto a comprar. El campo ordenLlegada es un número entero que representa el orden de llegada de las ofertas. Este campo es usado para el criterio de desempate definido en la Resolución 4-0590 del Ministerio de Minas y Energía.

Hoja ofertasVenta:

nombre	ID_oferta	bloque	numPaquetesMax	numPaquetesMin	precio	simultanea	excluyente	dependiente	ordenLlegada
EOLICO 1	V101	B1	140	140	130				1
EOLICO 1	V202	B2	200	200	110				1
EOLICO 1	V303	B3	140	140	120				1
EOLICO 1	V104	B1	140	140	110	V303			1
EOLICO 1	V205	B2	200	200	91		V202		1
EOLICO 1	V306	B3	140	140	190				1
SOLAR 1	V207	B2	80	80	180				3
SOLAR 2	V208	B2	80	80	180				2

En esta hoja se ingresan las ofertas de venta de los proyectos de generación que participan en la subasta. En el campo nombre se ingresa el nombre del proyecto. Se debe tener especial cuidado de ingresar los mismos nombres de los proyectos de generación ingresados en la hoja proyectosGeneracion. En el campo ID_oferta, un identificador único de cada oferta por bloque. En el campo bloque el nombre del bloque de la oferta. Debe ser uno o varios de los ingresados en la hoja bloques. En el campo numPaquetesMax se ingresa el número de paquetes que se ofrecen a la venta. Debe ser un valor entero. El tamaño de cada paquete se define en la hoja ejecutar. En el campo numPaquetesMin se ingresa el número de paquetes mínimos a ser asignados. Debe ser un valor entero. En el campo precio, se ingresa el precio en \$/kWh de la energía ofrecida en los paquetes. Es un número con dos decimales. En el campo simultánea se ingresa el ID de la oferta que debe ser despachada de forma simultánea. En el campo excluyente se ingresa el ID de la oferta excluyente, es decir, solo una de las dos ofertas puede salir asignada. En el campo dependiente se ingresa el ID de la oferta que es dependiente de la oferta actual, es decir, solo es asignada si la oferta dependiente es asignada.

Hoja ejecutar:

MODELO DE SUBASTAS DE CLPE - AGENTES

TAMAÑO PAQUETE MWh	0.5	Tope Máximo Promedio \$/kWh	200
EJECUTAR SUBASTA		DEMANDA OBJETIVO MWh-día	-
		Tope Máximo Superior \$/kWh	200

En esta hoja se encuentra el botón de ejecutar la subasta. Este botón llama al modelo matemático para realizar la asignación. Además, se deben definir los parámetros del tamaño del paquete en MWh y los precio tope en \$/kWh que debe ser entregados por la CREG el día de la subasta. Se debe ingresar un valor de demanda objetivo en MWh-día. Este valor es definido por MinEnergía el día de la subasta. No es usado por el optimizador.

Una vez ejecutada la subasta, se despliega la pantalla de CMD con el log de la ejecución.

```

cbc00381 After 0.05 seconds - Feasibility pump exiting with objective of -8.53347e+006 - took 0.04 seconds
cbc0012I Integer solution of -8533468.2 found by feasibility pump after 0 iterations and 0 nodes (0.05 seconds)
cbc0031I 4 added rows had average density of 13.25
cbc0013I At root node, 9 cuts changed objective from -8541047.7 to -8533468.2 in 2 passes
cbc0014I Cut generator 0 (Probing) - 0 row cuts average 0.0 elements, 3 column cuts (3 active) in 0.000 seconds - new frequency is 1
cbc0014I Cut generator 1 (Gomory) - 6 row cuts average 38.2 elements, 0 column cuts (0 active) in 0.001 seconds - new frequency is 1
cbc0014I Cut generator 2 (Knapsack) - 0 row cuts average 0.0 elements, 0 column cuts (0 active) in 0.001 seconds - new frequency is -100
cbc0014I Cut generator 3 (Clique) - 0 row cuts average 0.0 elements, 0 column cuts (0 active) in 0.000 seconds - new frequency is -100
cbc0014I Cut generator 4 (MixedIntegerRounding2) - 0 row cuts average 0.0 elements, 0 column cuts (0 active) in 0.000 seconds - new frequency is -100
cbc0014I Cut generator 5 (FlowCover) - 0 row cuts average 0.0 elements, 0 column cuts (0 active) in 0.000 seconds - new frequency is -100
cbc0014I Cut generator 6 (TwoMirCuts) - 8 row cuts average 15.0 elements, 0 column cuts (0 active) in 0.000 seconds - new frequency is -100
cbc0001I Search completed - best objective -8533468.213333331, took 14 iterations and 0 nodes (0.05 seconds)
cbc0035I Maximum depth 0, 3 variables fixed on reduced cost
Cuts at root node changed objective from -8.54105e+006 to -8.53347e+006
Probing was tried 2 times and created 3 cuts of which 0 were active after adding rounds of cuts (0.000 seconds)
Gomory was tried 2 times and created 6 cuts of which 0 were active after adding rounds of cuts (0.001 seconds)
Knapsack was tried 2 times and created 0 cuts of which 0 were active after adding rounds of cuts (0.001 seconds)
Clique was tried 2 times and created 0 cuts of which 0 were active after adding rounds of cuts (0.000 seconds)
MixedIntegerRounding2 was tried 2 times and created 0 cuts of which 0 were active after adding rounds of cuts (0.000 seconds)
FlowCover was tried 2 times and created 0 cuts of which 0 were active after adding rounds of cuts (0.000 seconds)
TwoMirCuts was tried 2 times and created 8 cuts of which 0 were active after adding rounds of cuts (0.000 seconds)

Result - Optimal solution found

Objective value:           -8533468.21333333
Enumerated nodes:          0
Total iterations:          14
Time (CPU seconds):        0.06
Time (Wallclock seconds):  0.06

Total time (CPU seconds):  0.07 (Wallclock seconds):  0.07

----- SE ENCONTRÓ SOLUCIÓN ÓPTIMA -----

Funcion Objetivo PROBLEMA ENTERO:  8533468.217544995

ESCRIBIENDO RESULTADOS EN LA BASE DE DATOS:

TERMINÓ EJECUCIÓN
    
```

Se debe chequear que al final de la ejecución se encuentre el mensaje

---- SE ENCONTRÓ SOLUCIÓN ÓPTIMA -----

Esto quiere decir que la asignación fue realizada de forma correcta. Además, revisar el mensaje TERMINO EJECUCIÓN, que indica que los resultados fueron escritos en el archivo de salida.

Al presionar cualquier tecla se abrirá el archivo de resultados SubastaCLPE_salidas.xlsx

2. Archivo de salidas

Una vez ejecutado el modelo de la subasta se abre el archivo SubastaCLPE_salidas.xlsx con los resultados de la asignación de la subasta. A continuación, se describe cada una de las hojas:

Hoja resumen:

LA FUNCIÓN OBJETIVO ES [\$] =	168,269,355
-------------------------------	--------------------

BLOQUE	TOTAL ASIGNADO VENTA kWh-bloque	PORCENTAJE ASIGNACIÓN
B1	1,610,000	25.2%
B2	3,899,900	61.1%
B3	871,500	13.7%
TOTAL ASIGNADO kWh-d	6,381,400	6,381,400
DEMANDA OBJETIVO kWh-d	5,000,000	
DEMANDA SIN ATENDER kWh-d	-	

PRECIO PONDERADO DE VENTA \$/kWh	101.0759
PRECIO TOPE PROMEDIO \$/kWh	150.0000
PRECIO TOPE SUPERIOR \$/kWh	230.0000

En esta hoja se muestran los principales indicadores de la asignación. Dentro de los valores destacados se encuentra el total de asignación en kWh-día y la comparación con la demanda objetivo.

Hoja asignacionCompra:

COMERCIALIZADOR	ID_OFE	PRECIO (COP/kWh)	DESEMPATE (COP/kWh)	ENERGIA_MAX_DIA (kWh-d)	ASIGNACIÓN (kWh-d)	PORCENTAJE ASIGNACIÓN %
COMERCIALIZADOR 21	C021	144	144	376000	376000	100
COMERCIALIZADOR 1	C001	142.94	142.94	43170	43170	100
COMERCIALIZADOR 5	C005	141	140.99995	780840	312830	40

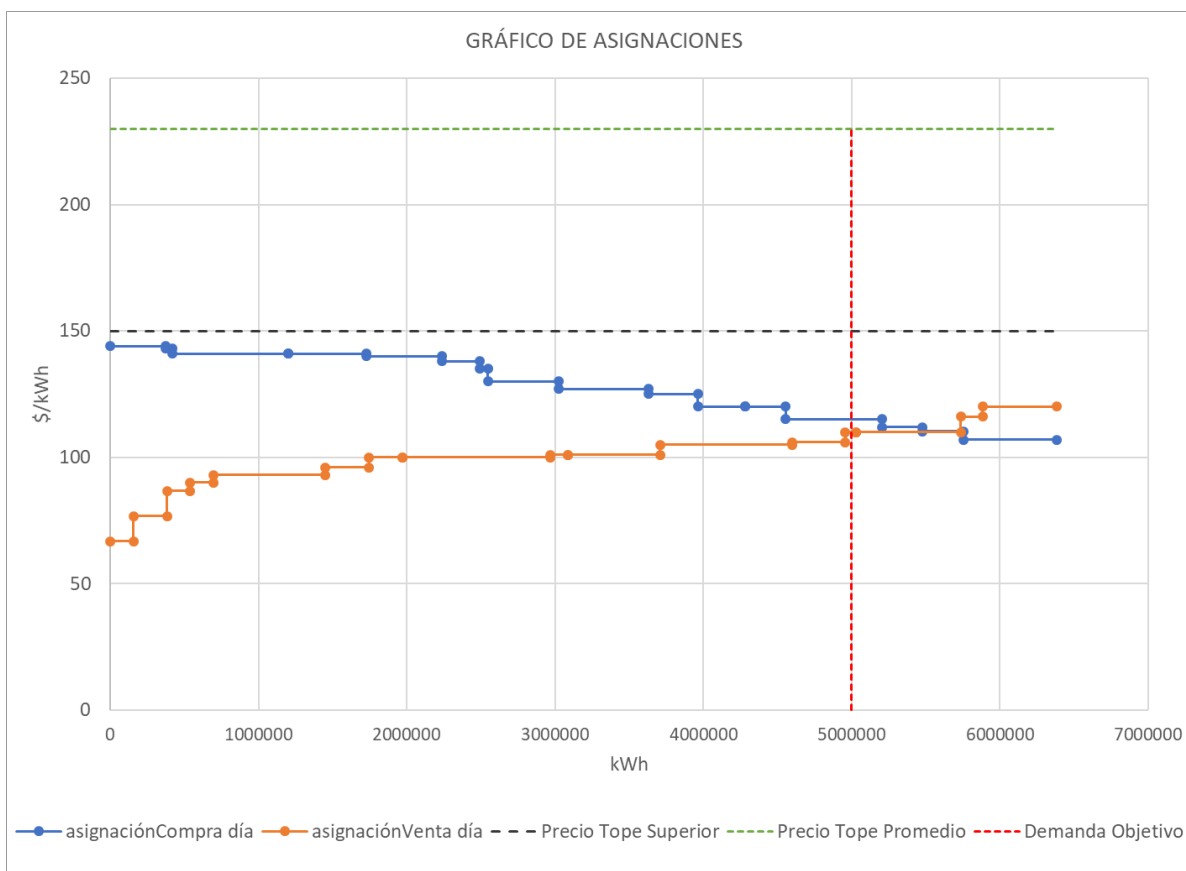
En esta hoja aparece la información de cada oferta de compra y un campo adicional de asignación, que entrega la cantidad en energía por bloque kWh-día de cada oferta de compra. El campo energía_max_día, muestra el valor máximo de la oferta durante el día. La información es ordenada en orden descendente de precio de compra.

Hoja asignaciónVenta:

GENERADOR	ID_OFE	BLOQUE	ENERGIA_M AX (kWh-b)	ENERGIA_M IN (kWh-b)	PRECIO (COP/kWh)	DESEMPATE (COP/kWh)	SIMULTÁNEA	EXCLUYENTE	DEPENDIENTE	ASIGNACIÓN (kWh-b)	PORCENTAJE ASIGNACIÓN
EOLICO 1	V001	B1	213500	105000	114.88	114.88				213500	100
EOLICO 1	V002	B2	305000	150000	124.88	124.88	V001			305000	100
EOLICO 1	V003	B3	213500	105000	134.88	134.88	V002			213500	100

En esta hoja se presenta las ofertas y el resultado de la asignación de las ofertas de venta. El valor de la asignación es presentado en energía por bloque, kWh-bloque. El campo energía_max, muestra el valor máximo de energía de la oferta que es calculado con base en la información ingresada por paquetes. La información se presenta en orden ascendente por precio de venta.

Hoja gAsignacion:



Esta gráfica representa la asignación de todo el día. La línea azul son las ofertas de compra asignadas y las naranjas son las ofertas de venta asignadas. Los valores se muestran en energía. Se muestra adicionalmente la línea de los precios Tope, y la demanda objetivo.

Hoja asignación Contratos:

ID_OFE	BLOQUE	COMERCIALIZADOR 21	COMERCIALIZADOR 1	COMERCIALIZADOR 5	COMERCIALIZADOR 15
V080	B1	9280.095277	1065.48328	19271.99361	12982.26095
V081	B2	13257.27897	1522.118971	27531.41944	18546.08707
V082	B3	9280.095277	1065.48328	19271.99361	12982.26095
V028	B2	52439.90347	6020.826151	108902.0591	73360.07773
V033	B1	9280.095277	1065.48328	19271.99361	12982.26095
V034	B2	13257.27897	1522.118971	27531.41944	18546.08707
V035	B3	4124.48679	473.5481242	8565.330492	5769.893754
V048	B1	58773.93675	6748.06077	122055.9595	82220.98599
V049	B2	41834.0803	4803.130974	86876.92356	58523.20807

En esta matriz se presenta la asignación a prorrata de los contratos entre el comercializador i y el generador j. La prorrata se calcula como:

$$asignacionContrato_{i,j} = asignacionVenta_j * \left(\frac{asignacionCompra_i}{ASIGNACION_TOTAL} \right)$$

Hoja Contratos ASIC:

COMPRADOR	VENDEDOR	CONCEPTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
C021	(V080', 'B1')	CANTIDAD	1325.73	1325.73	1325.73	1325.73	1325.73	1325.73	1325.73	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C021	(V081', 'B2')	CANTIDAD	0	0	0	0	0	0	0	1325.73	1325.73	1325.73	1325.73	1325.73	1325.73	1325.73	1325.73	1325.73	1325.73	1325.73	0	0	0	0	0	0	0
C021	(V082', 'B3')	CANTIDAD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1325.73	1325.73	1325.73	1325.73	1325.73	1325.73	1325.73
C021	(V028', 'B2')	CANTIDAD	0	0	0	0	0	0	0	5243.99	5243.99	5243.99	5243.99	5243.99	5243.99	5243.99	5243.99	5243.99	5243.99	5243.99	0	0	0	0	0	0	0
C021	(V033', 'B1')	CANTIDAD	1325.73	1325.73	1325.73	1325.73	1325.73	1325.73	1325.73	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C021	(V034', 'B2')	CANTIDAD	0	0	0	0	0	0	0	1325.73	1325.73	1325.73	1325.73	1325.73	1325.73	1325.73	1325.73	1325.73	1325.73	1325.73	0	0	0	0	0	0	0
C021	(V035', 'B3')	CANTIDAD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	589.212	589.212	589.212	589.212	589.212	589.212	

Esta hoja muestra la cantidad y precio de todos los contratos que genera la asignación. Estos valores son los que deben ser registrados ante el ASIC redondeados a 2 decimales.