2do CFGS QUÍMICA INDUSTRIAL
MÓDULO DE REGULACIÓN Y SISTEMA DE CONTROL DE PROCEOSO QUÍMICOS
Profesor : Luis Alvarez Rodríguez

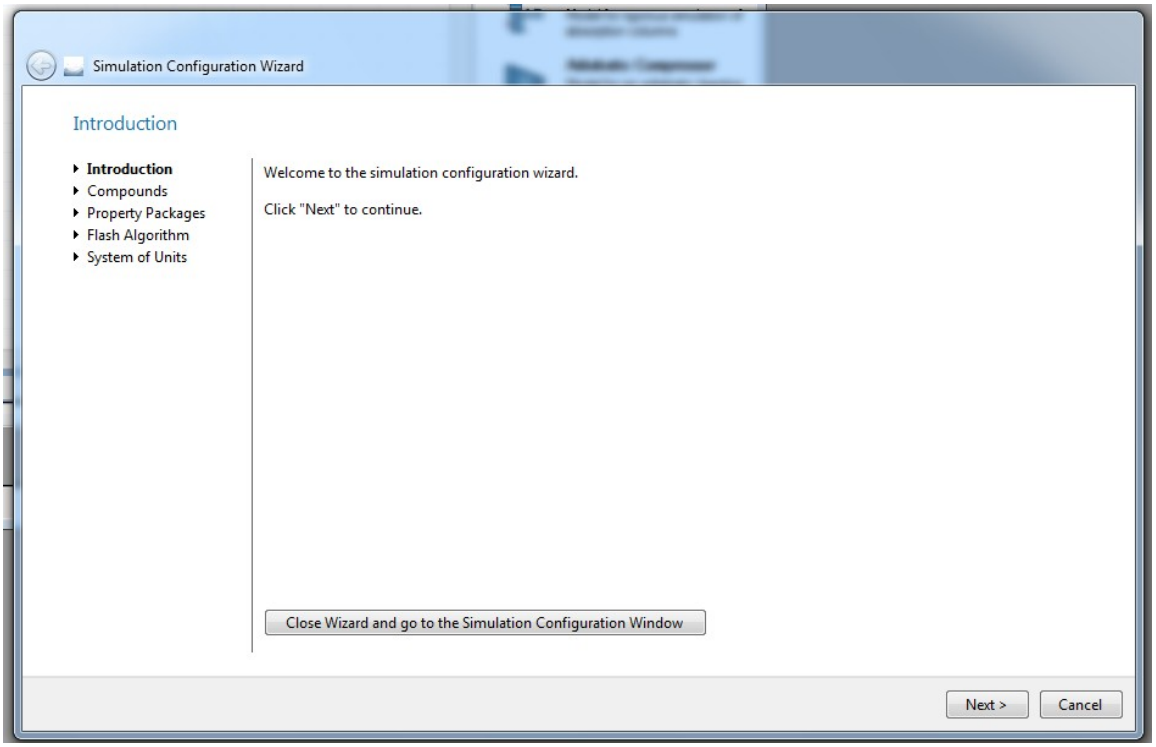
Práctica con simulador

Aplicación del simulador dwsim

1) Calentadores-enfriadores

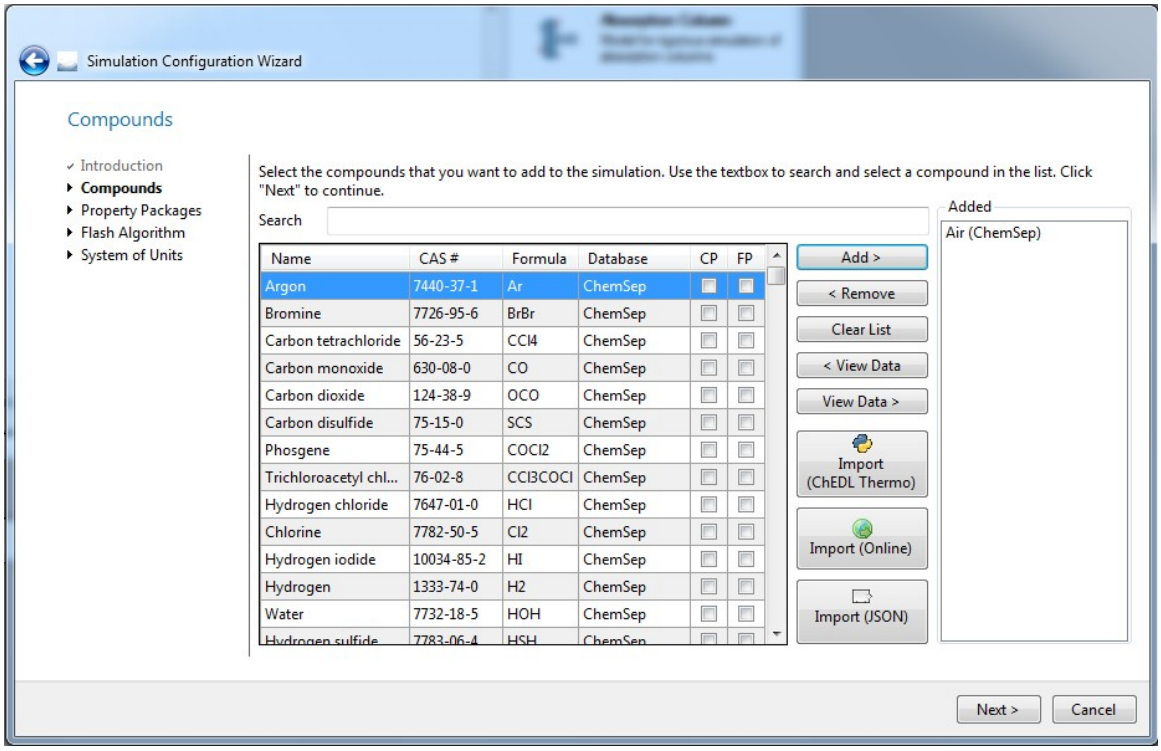
Una corriente de aire de 4 [kmol/hr] a una presión de 1 atm se calienta desde 30 ºC. Para ello se le incorpora 4000 [Kcal/hr]. Si no hay caída de presión, calcular la temperatura de salida.

1- Iniciar caso nuevo: Haciendo click ( ) o "File"/"New Steady state Simulation":



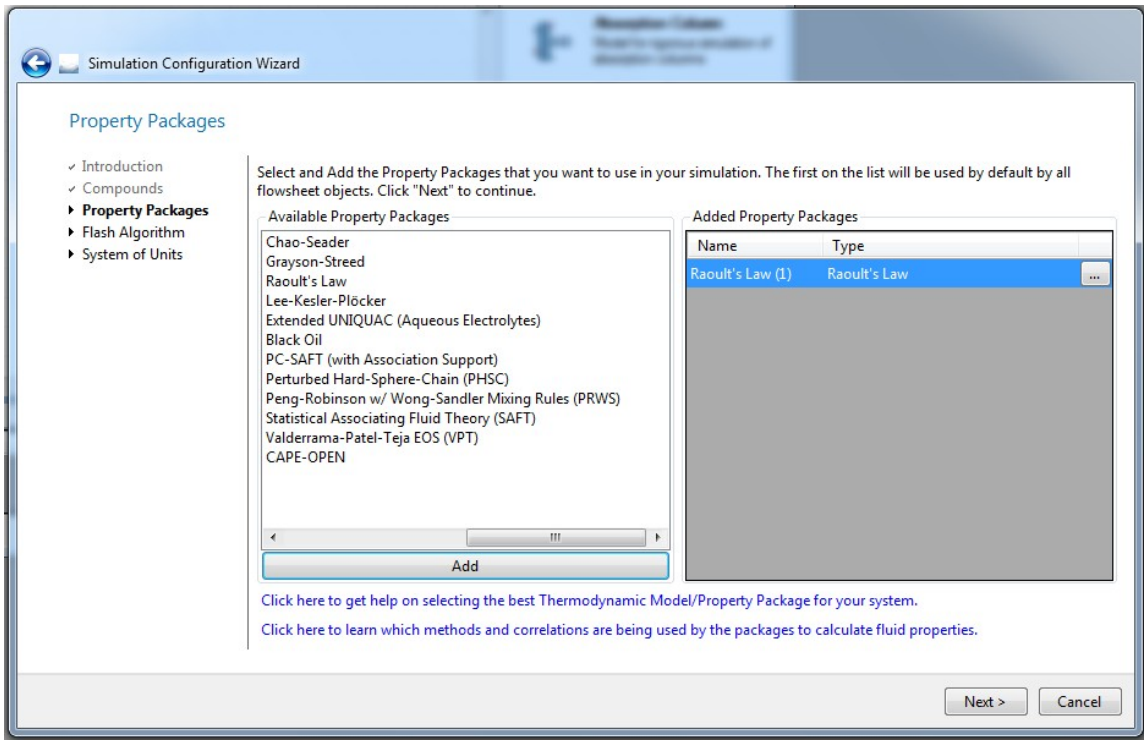
NEXT>

2- Elegir componentes: en este caso aire ("Air")



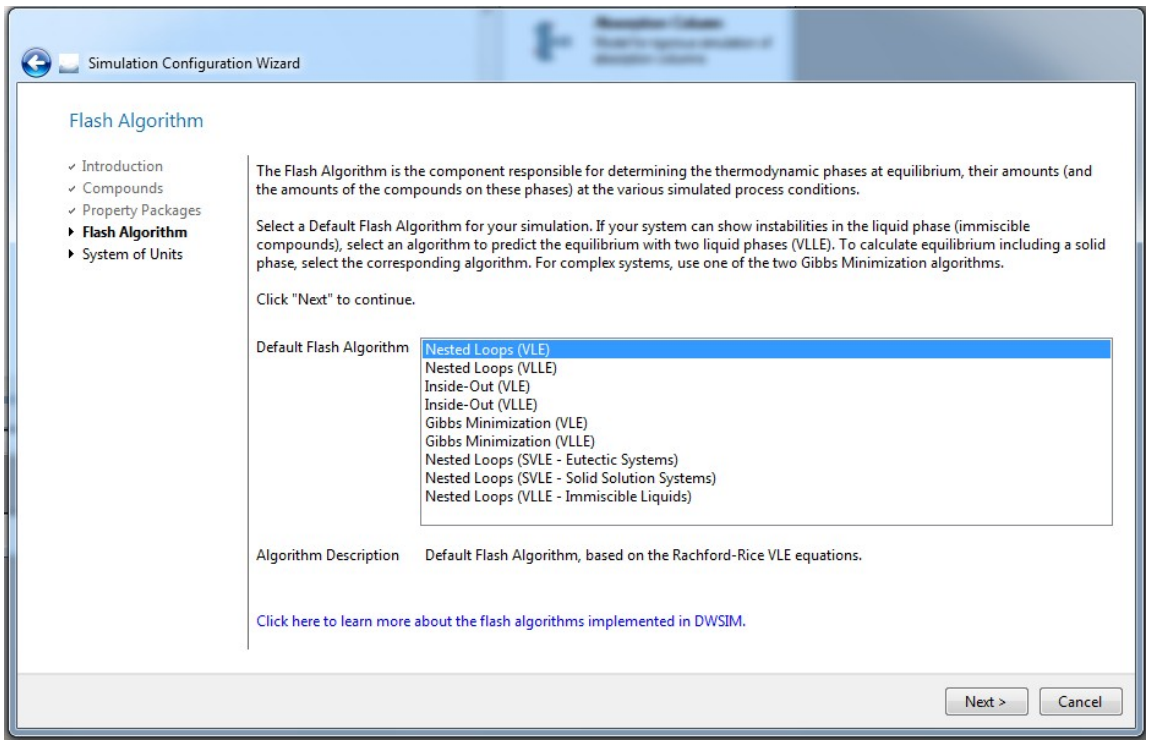
NEXT>

3- Elegir paquete de propiedades fisicoquímicas: en este caso Ley de Raoult ("Raoult's Law"). Presionar Add:



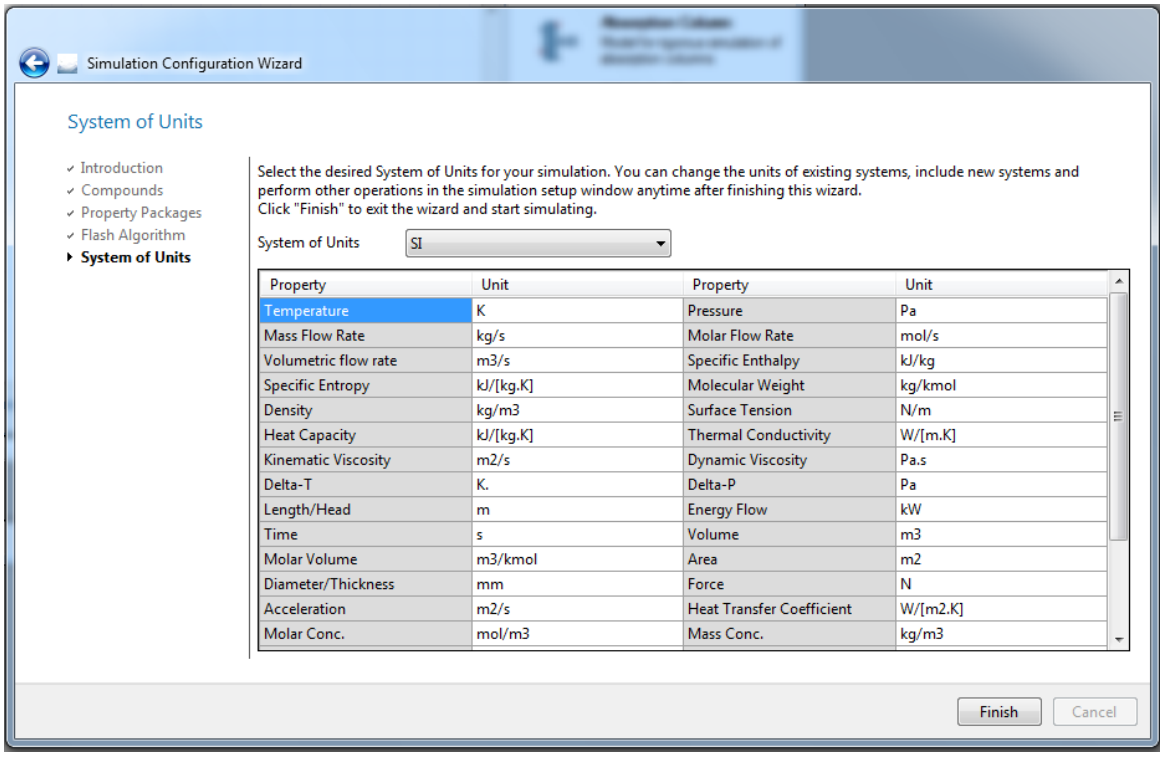
NEXT>

4- Elegir algoritmo de flash: en este caso “Nested Loop (VLE)”:

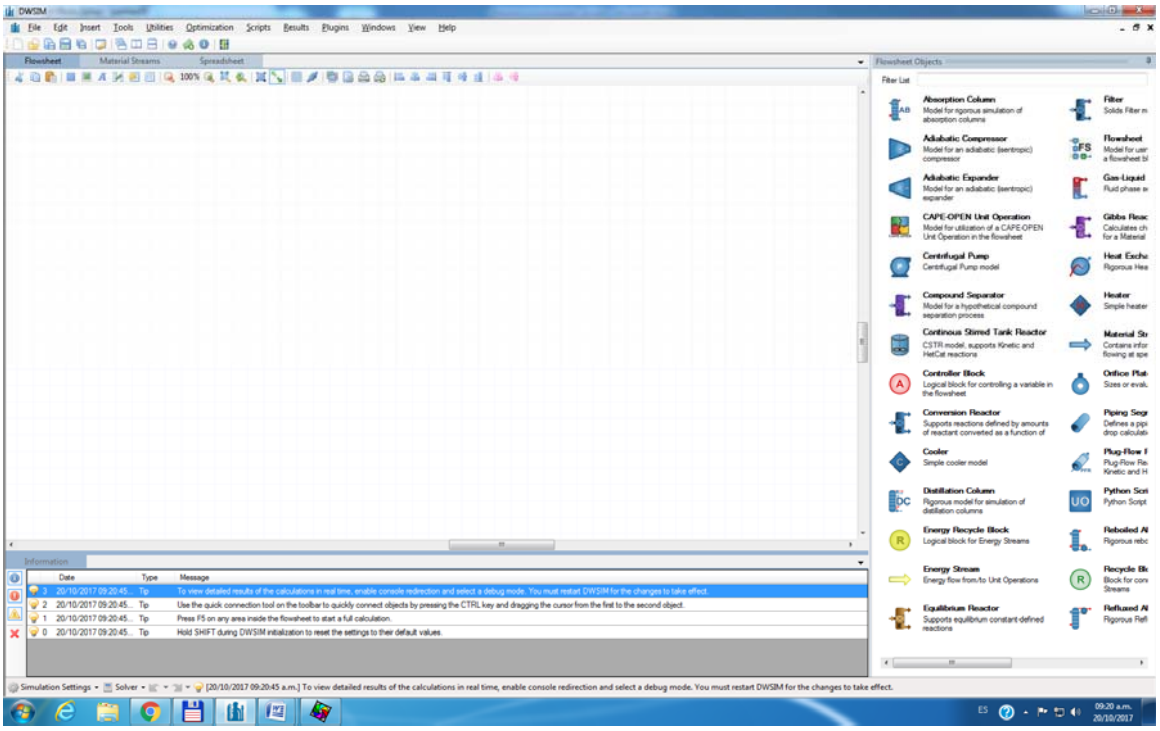


NEXT>

5- Elegir sistema de unidades: en este caso “SI”:



FINISH



6- <u>personalizar el sistema de unidades:</u>

a-“ Edit”/ “Simulation settings”/” Systems of units”/” Create New”

b- Cambiar “Temperature” a [ºC], “Pressure” a [atm], “Mass Flow Rate” a [Kg/h], “Molar Flow Rate” a [Kmol/h] y “Energy Flow” a [Kcal/h]

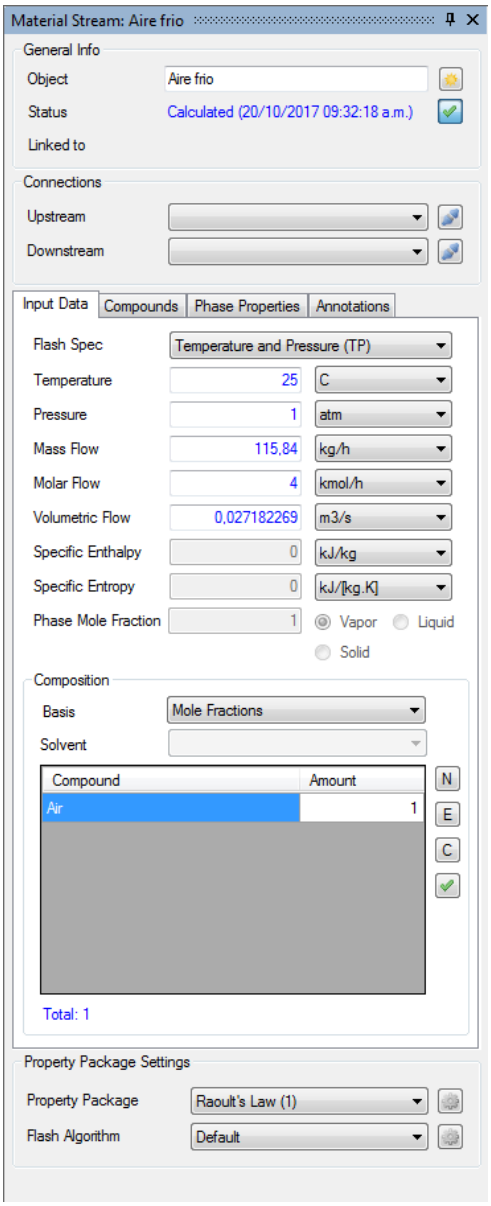
c- Close

d- Volver al Flowsheet (pestaña del mismo

nombre) 7- Armado del caso:

a- Insertar una “Material Strem” (clickear y arrastrar desde la barra de

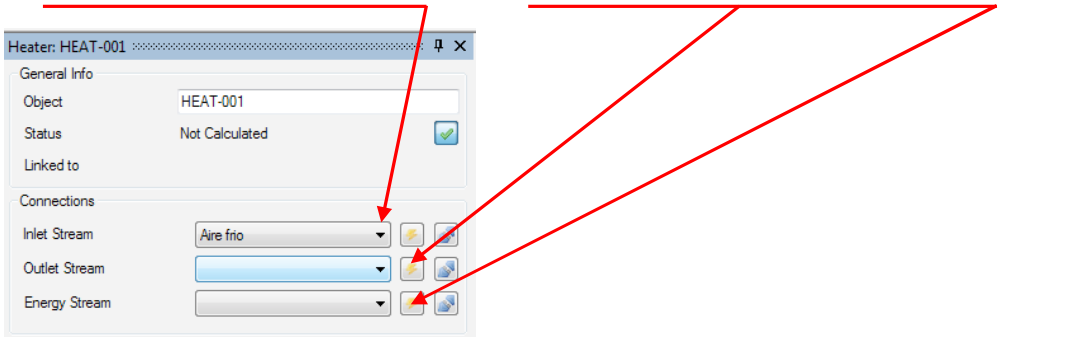
herramientas) b- Hacer doble click y editar como se visualiza:



c- Verificar convergencia o presionar F5

d- Insertar un “Heater”. Hacer doble-click

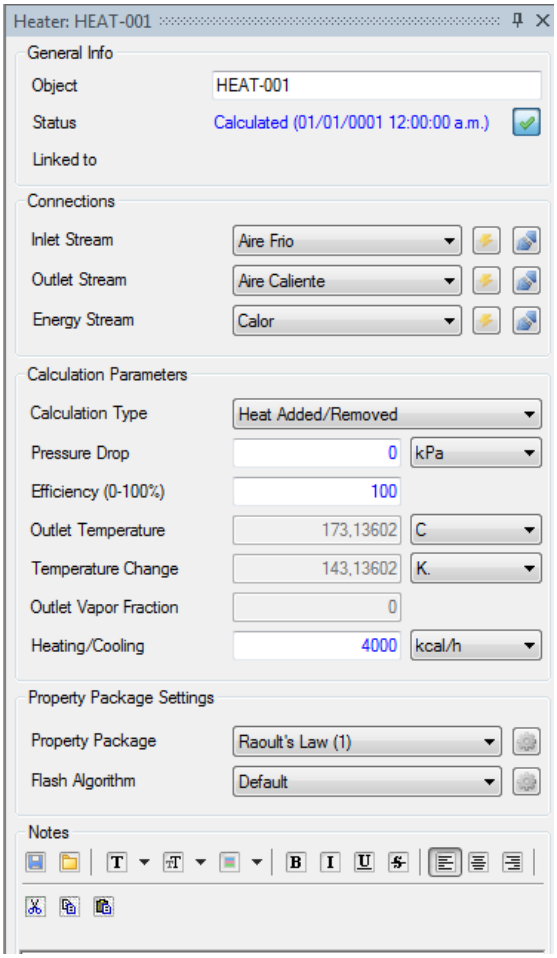
e- Conectar la corriente creada antes y crear nuevas, una de materia y otra de energía.



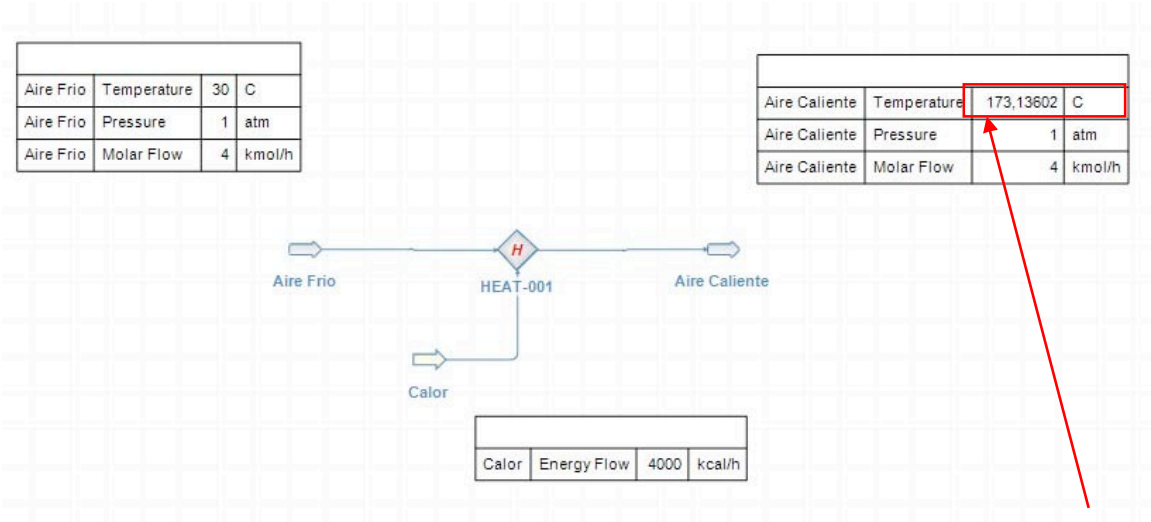
f- Cambiar nombres de las nuevas corrientes por “Aire caliente” a la material y “Calor” a la de energía.

g- Editar el Heater

“Pressure drop” en 0, “Efficiency” en 100%, “Calculation Type” en “Heat Added/Removed” , “Heating/Cooling” en 4000 [Kcal/h]. Debería quedar como en la figura:



Resultado:



Resultado manual: 170,8 ºC

Para visualizar los datos en el

flowsheet. a-“Insert”/ “Property Table”

b- Editar haciendo doble click

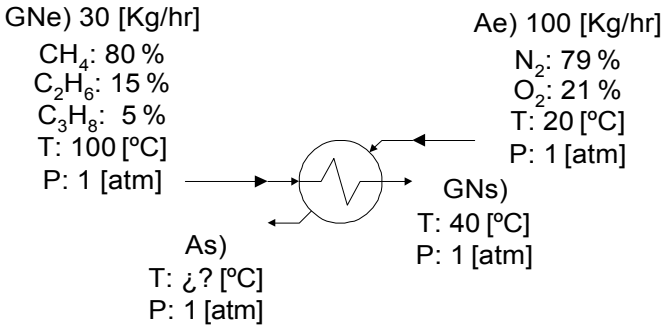
c- Elegir la corriente y propiedades de

interes d- Hacerlo para las 3 corrientes.

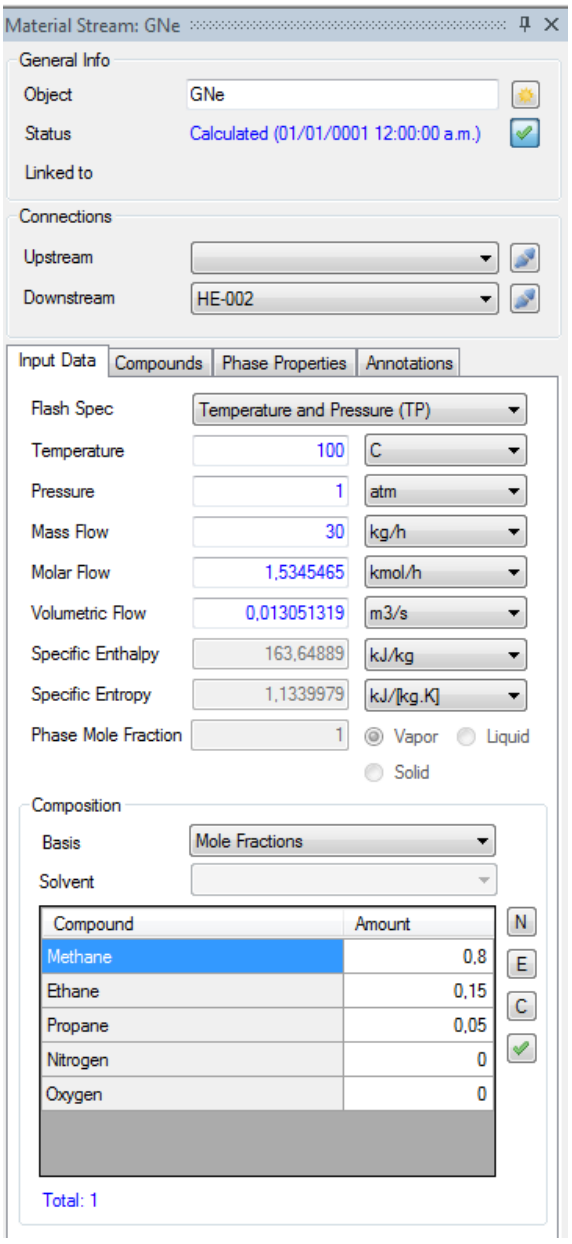
2) Intercambiadores de calor

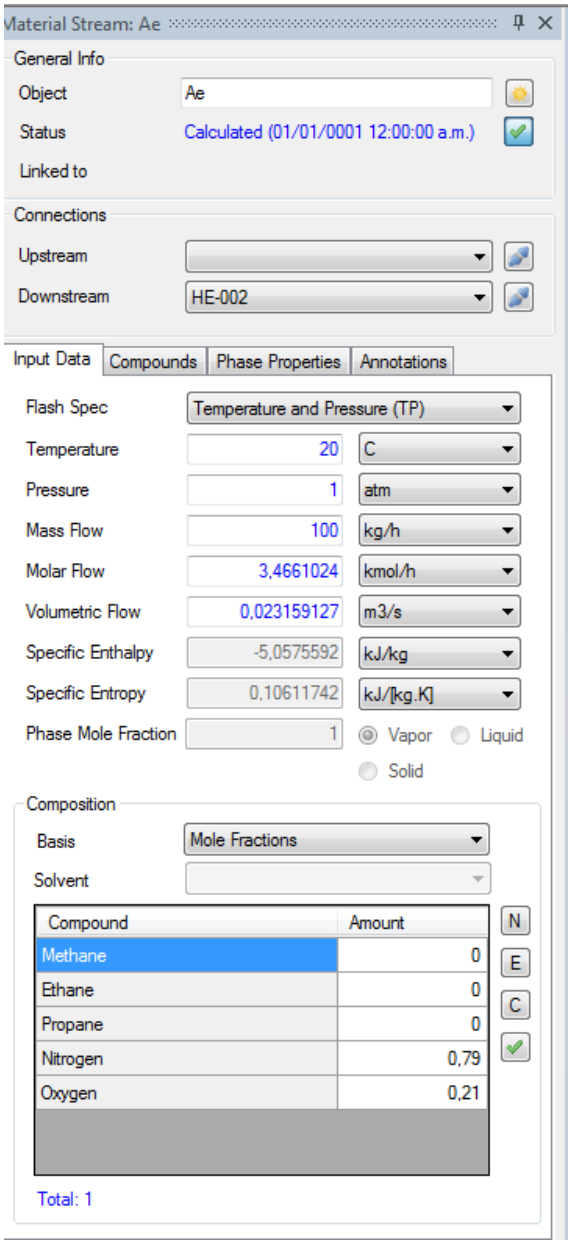
Una corriente de gas de 30 Kg/hr cuya composición es de 80 % de metano, 15 % de etano y 5 % de propano (base molar) y 1 atm de presión, se enfría con aire desde 100 ºC hasta 40 ºC en un intercambiador en contracorriente. Para ello se emplea una corriente de aire frío cuyo flujo es de 100 Kg/hr, 1 atm de presión y una temperatura de 20 ºC.

a) Calcular la temperatura de salida de la corriente de aire
b) Calcular el valor de (UA) y el ΔTln



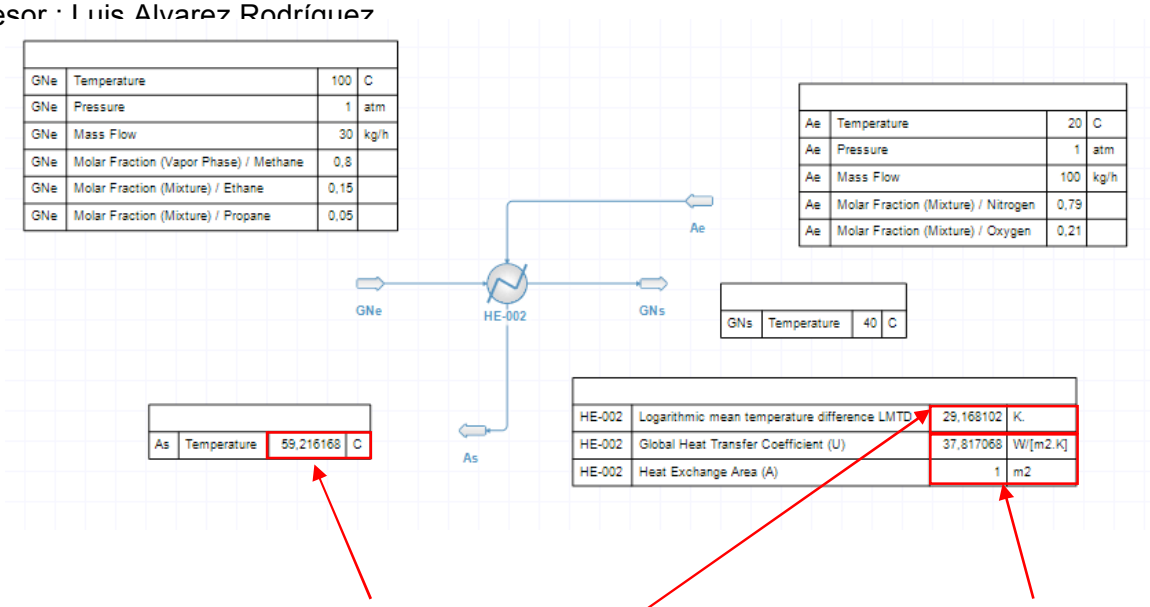
Repetir lo hecho en el punto 1) pero con los componentes “Methane”, “Ethane”, “Propane”, “ Nitrogen” y “Oxigen”con 2 “Material Streams”





y un “Heat Exchanger” configurandolo como sigue:

“Calculation Type” a “Cold Fluid Outlet Temperature”, “Flow Direction” a “Counter Current”, caidas de presión 0 em ambos casos, “Hot Fluid Outlet temperature” a 40 [ºC], “Heat Exchange Area” a 1 [m^2]



Resultados manuales: a) T_{AS}= 59,47 [ºC] b) ΔTln= 29,26 [ºC] (UA)= 38,44 [W/ºK]

3) Torre de enfriamiento

Una corriente de aire de 1000 Kg/hr a 27 ºC, 1 atm de presión con una humedad relativa del 40 % ingresa a una torre de enfriamiento de la que sale totalmente saturado y a una temperatura de 30 ºC para enfriar una corriente de agua de enfriamiento cuya temperatura es de 50 ºC. El sistema está en equilibrio.

a) Calcular la humedad absoluta de la corriente de aire que sale.
b) Calcular la cantidad de agua de enfriamiento que se evapora.
c) Calcular la cantidad de agua que puede enfriarse.

Como lo hecho en los casos anteriores se inicia un nuevo caso con aire y agua como componentes.

Antes de armar el caso necesitamos saber la composición del aire húmedo. Esto se puede hacer a mano o dentro del simulador.

En el 2º caso se agrega una corriente material

(“Agua”) “Flash Spec” a “Temperature and Vapor

Fraction (TVF) “Temperature” a 27 [ºC] (el aire que

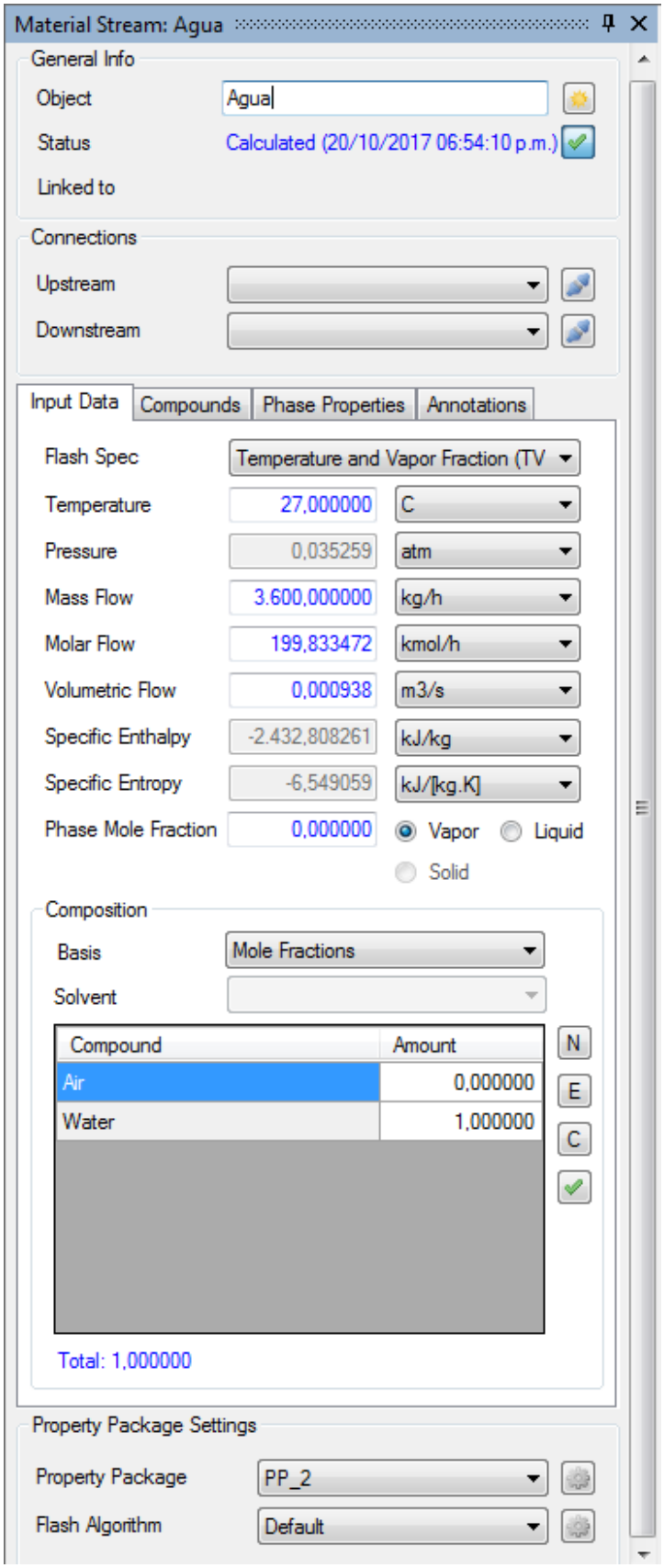
ingresa)

“Phase Mole Fraction” a “0,000”

“Vapor” Composición:

Aire: 0,000 , Agua: 1,000

En estas condiciones la presión calculada será la de saturación del agua a 27 [ºC] y 1 [atm]


Material Stream: Agua
General Info
Object
Agua
Status
Calculated (20/10/2017 06:54:10 p.m.)
Linked to
Connections
Upstream
Downstream
Input Data
Compounds
Phase Properties
Annotations
Flash Spec
Temperature and Vapor Fraction (TV
Temperature
27,000000
C
Pressure
0,035259
atm
Mass Flow
3.600,000000
kg/h
Molar Flow
199,833472
kmol/h
Volumetric Flow
0,000938
m3/s
Specific Enthalpy
-2.432,808261
kJ/kg
Specific Entropy
-6,549059
kJ/[kg.K]
Phase Mole Fraction
0,000000
Vapor
Liquid
Solid
Composition
Basis
Mole Fractions
Solvent
Compound
Amount
Air
0,000000
Water
1,000000
N
E
C
Total: 1,000000
Property Package Settings
Property Package
PP_2
Flash Algorithm
Default

Con estos datos calcularemos la presión de vapor del agua, y las fracciones molares de agua y aire. Para ello, yendo a la pestaña “Spreadsheet”

	A	B
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10	Psat	0,035258...
11	HR	40
12	Pv	0,014103...
13	x agua	0,014103...
14	x aire	0,985896...

En la celda B10 se importa la presión de la corriente “Agua” (Pr de sat) en atm. En la celda B11 irá la humedad relativa (40 %)

En la celda B12 la Presión de vapor como Psat*HR/100 o “=B10*B11/100

” En la celda B13 la fracción molar del agua como Pv/P o “=B12/1”

En la celda B14 la fracción molar de aire como $1-x_{AGUA}$ o “=1-B13”

Estos dos ultimos datos son los que se usarán para la composición del aire de entrada. El resto de los datos se toman del problema, excepto el flujo de agua que al ser indeterminado se le asignará un número provisorio, ejemplo 1000 [Kg/hr].

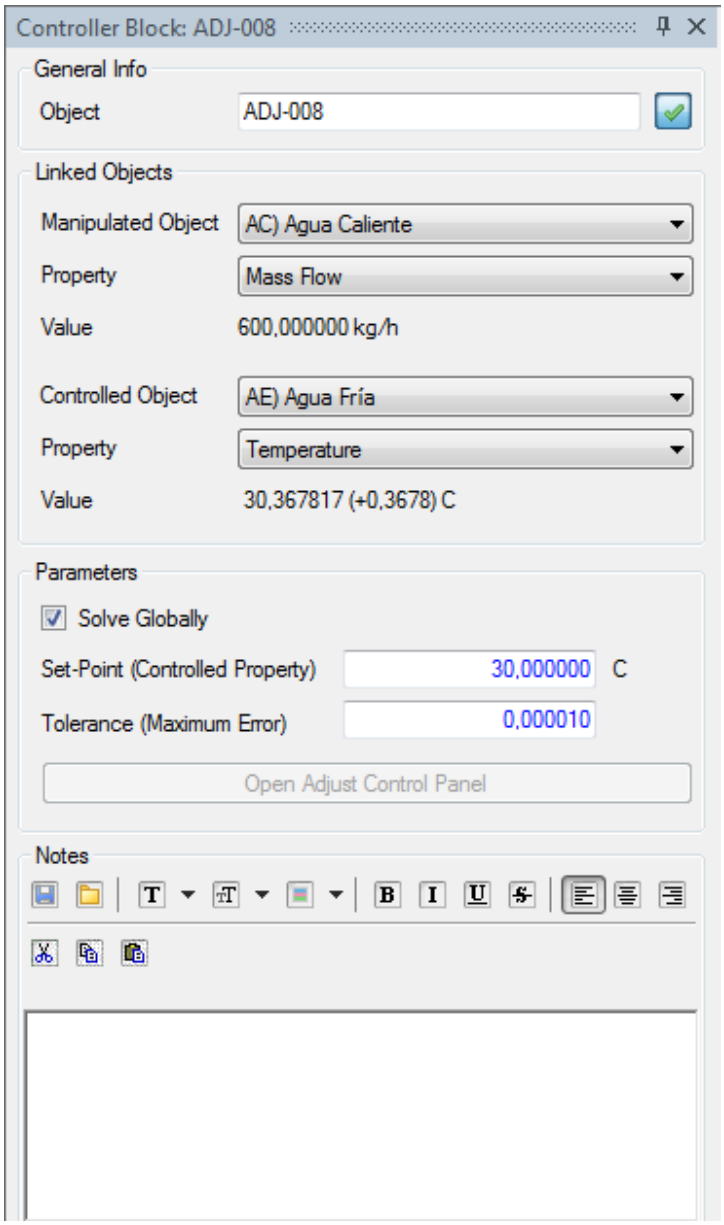
Al armar el caso como se ilustra se nota que las temperaturas de salida de la torre de enfriamiento (asumida como de una etapa única) no corresponde con los 30 ºC requeridos.

Esto se debe a que el flujo no es el correcto. En efecto vemos que si modificamos, las temperaturas también cambian.

Flujo de Agua caliente [Kg/h]	Temperatura de salida [ºC]
1000	33,810
900	33,093
800	32,293

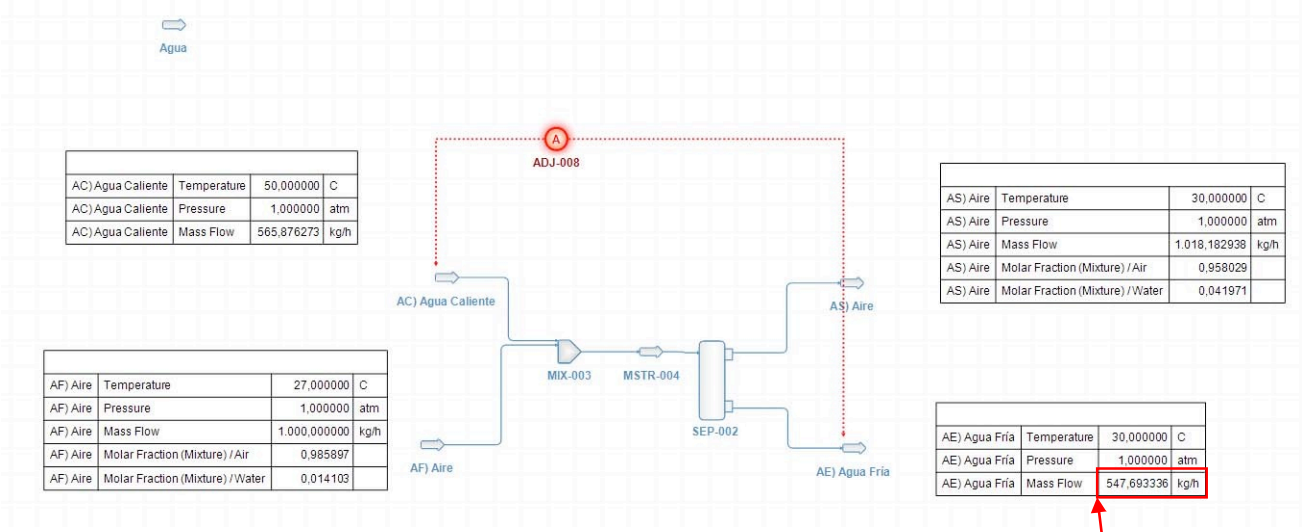
700	31,393
600	30,368

Como se aprecia, de esta manera se puede llegar “a mano” la solución. No obstante, el simulador cuenta con una herramienta de ajuste que hace precisamente eso pero en forma automática, es el “Controller Block” o ajuste de control que se agrega y configura como se ilustra:



De este modo (luego de seleccionar “Solve Globally” y presionado F5 el caso queda resuelto. Los datos se aprecian en la figura siguiente.

Cabe aclarar, que aprovechanmdo la misma spreadsheet se calculo la humedad absoluta del aire de salida y la cantidad de agua evaporada como diferencia entre el flujo masico de agua que entra y el que sale



AC) Agua Caliente	Temperature	50,000000	C
AC) Agua Caliente	Pressure	1,000000	atm
AC) Agua Caliente	Mass Flow	565,876273	kg/h

AS) Aire	Temperature	30,000000	C
AS) Aire	Pressure	1,000000	atm
AS) Aire	Mass Flow	1.018,182938	kg/h
AS) Aire	Molar Fraction (Mixture) / Air	0,958029	
AS) Aire	Molar Fraction (Mixture) / Water	0,041971	

AF) Aire	Temperature	27,000000	C
AF) Aire	Pressure	1,000000	atm
AF) Aire	Mass Flow	1.000,000000	kg/h
AF) Aire	Molar Fraction (Mixture) / Air	0,985897	
AF) Aire	Molar Fraction (Mixture) / Water	0,014103	

AE) Agua Fría	Temperature	30,000000	C
AE) Agua Fría	Pressure	1,000000	atm
AE) Agua Fría	Mass Flow	547,693336	kg/h

Valores manuales: Ha= 27,11 [gr Agua/kg Aire seco]

Agua Evaporada= 18,00 [Kg/h]

Agua de enfriamiento obtenida= 543 [Kg/h]

	A	B	C	D	E
1	Agua	27,01197...		Agua In	565,8762...
2	Aire seco	991,1709...		Agua Out	547,6933...
3	Ha	27,25259...		Agua Eva...	18,18293...
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10	Psat	0,035258...			
11	HR	40			
12	Pv	0,014103...			
13	x agua	0,014103...			
14	x aire	0,985896...			

4) Reactor de conversión

Sea la siguiente reacción:

$$CO_{(g)} + H_2O_{(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + H_{2(g)}$$

a) Calcular el calor (en Kcal) a entregar o retirar a 1 mol de CO si los reactantes entran a 600 ºF y los productos salen a 600 ºF.

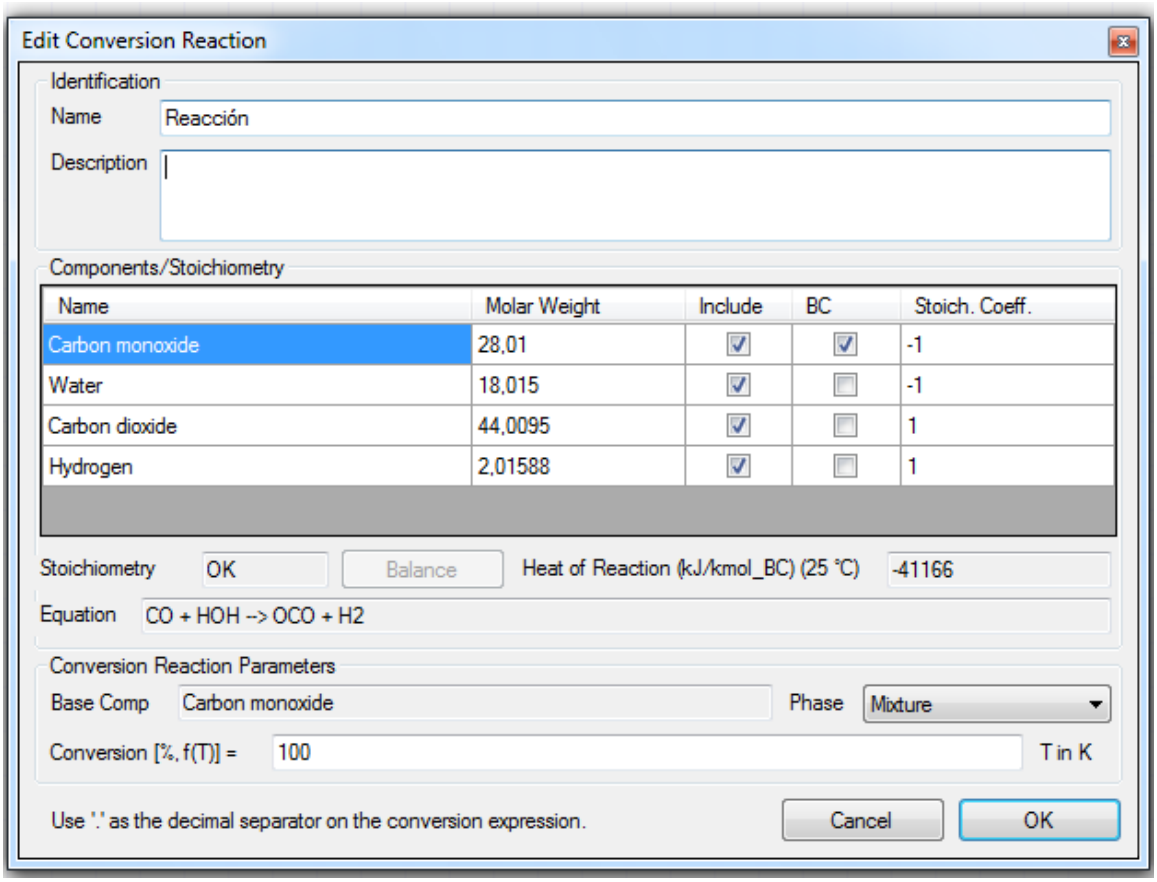
b) Si la reacción es adiabática e ingresa a 600 ºF ¿a qué temperatura sale?

El caso se arma del modo habitual incorporando como componentes “Carbon monoxide”, “water”, “Carbon dioxide” y “Hydrogen” y “Peng Robinson” como base (apto para gases).

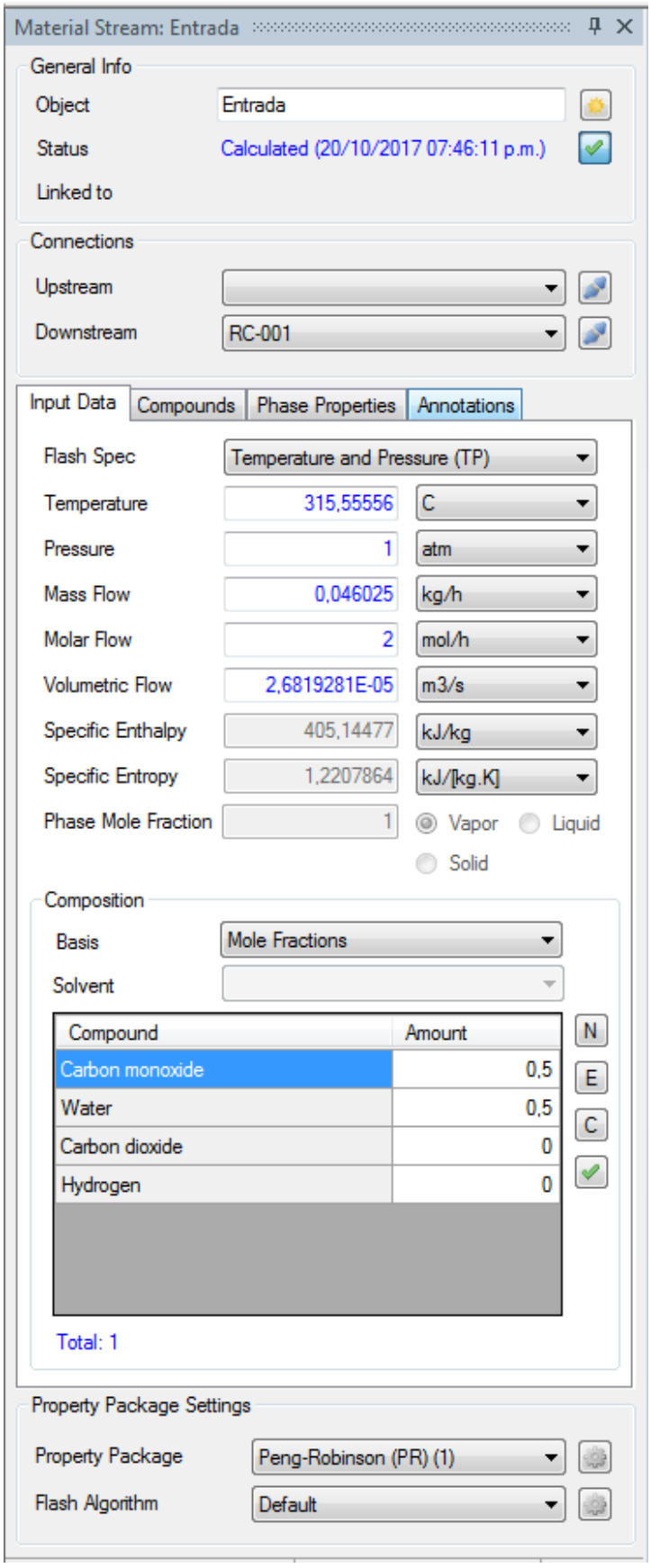
La reacción se incorpora de la siguiente manera:

a) “Tools”/”Reactions Manager”/”+”/”Conversion”

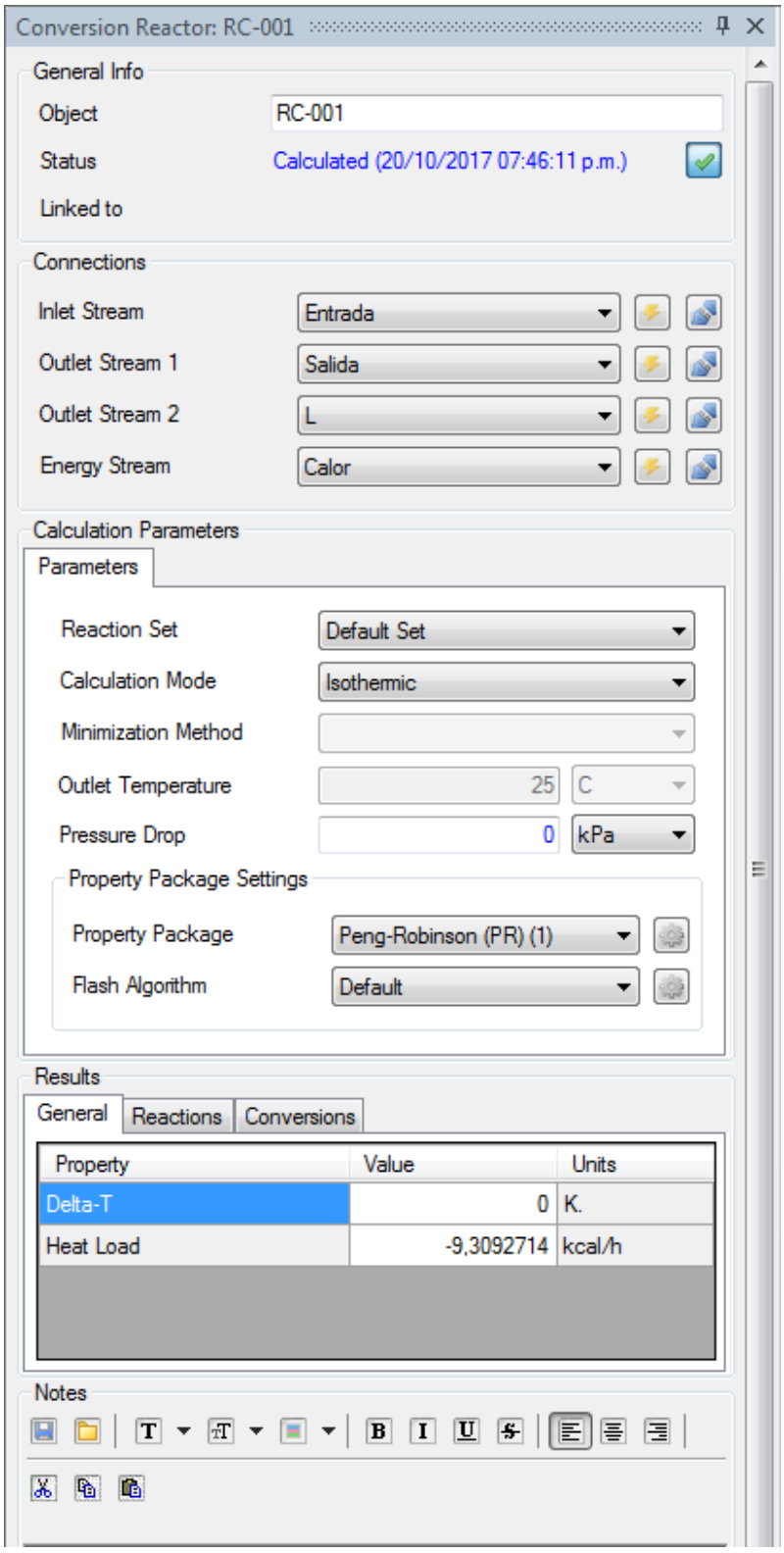
b) completar el fomulario como se indica:



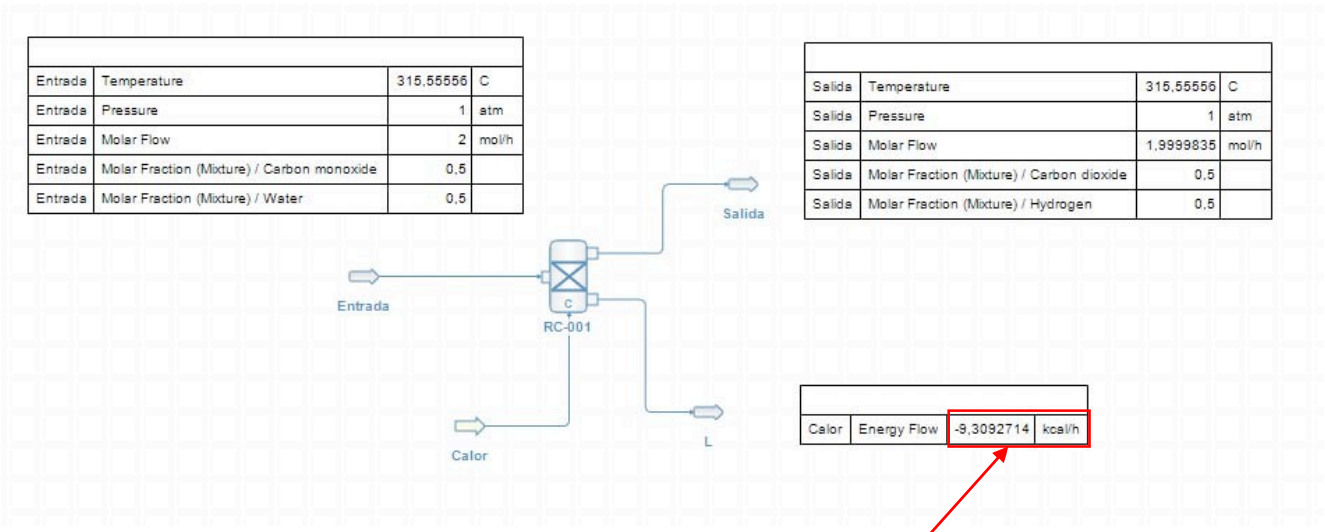
Se arma el caso especificando la entrada como:


Material Stream: Entrada
General Info
Object
Entrada
Status
Calculated (20/10/2017 07:46:11 p.m.)
Linked to
Connections
Upstream
Downstream
RC-001
Input Data
Compounds
Phase Properties
Annotations
Flash Spec
Temperature and Pressure (TP)
Temperature
315,55556
C
Pressure
1
atm
Mass Flow
0,046025
kg/h
Molar Flow
2
mol/h
Volumetric Flow
2,6819281E-05
m3/s
Specific Enthalpy
405,14477
kJ/kg
Specific Entropy
1,2207864
kJ/[kg.K]
Phase Mole Fraction
1
Vapor
Liquid
Solid
Composition
Basis
Mole Fractions
Solvent
Compound
Amount
Carbon monoxide
0,5
Water
0,5
Carbon dioxide
0
Hydrogen
0
N
E
C
Total: 1
Property Package Settings
Property Package
Peng-Robinson (PR) (1)
Flash Algorithm
Default

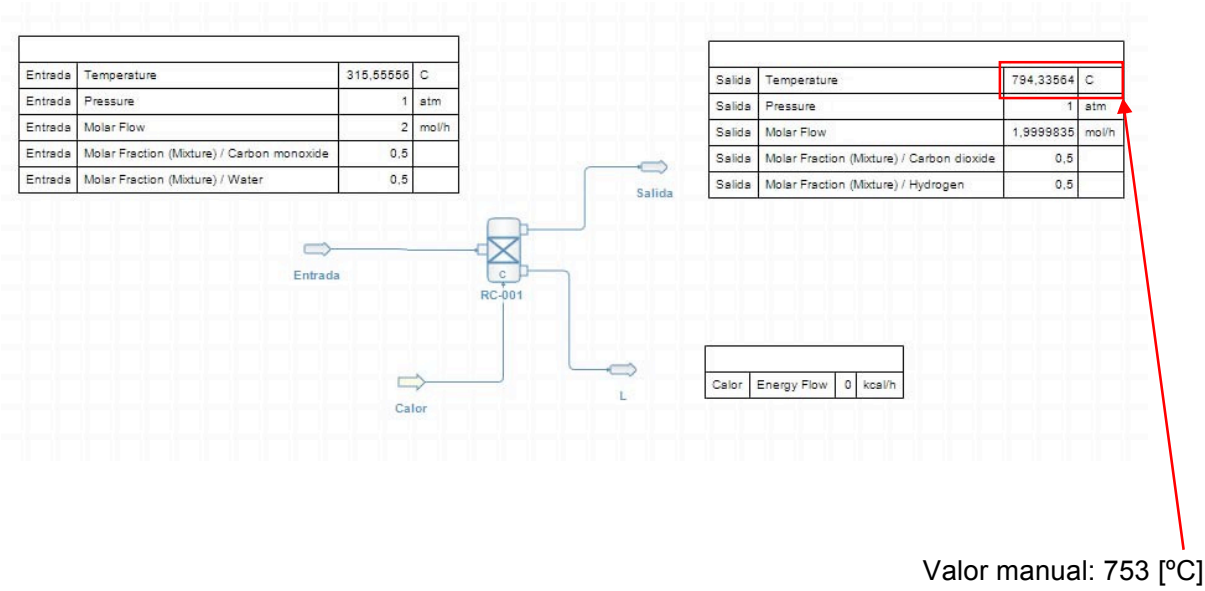
Al armar el caso insertar un “Conversion Reactor”, se lo conecta a la entrada creada y se le agrega las dos salidas materiales y la corriente energética. Finalmente se lo configura como isotérmico:



El resultado es:



Valor manual: 8,935 [Kcal/hr] que es el correspondiente a 1 mol de
Para el punto b se cambia la especificación del reactor como “Adiabatic” dando:



Valor manual: 753 [ºC]

Los errores obtenidos en ambos casos son entendibles dado que en el cálculo manual se asumieron lineales las correlaciones para las capacidades caloríficas.