CAPÍTULO 4. EJEMPLO DE EVALUACIÓN ECONÓMICA EN ASPEN IPE

Proceso de Producción de Ciclohexano (1983)

Para ilustrar el uso de Aspen Icarus Process Evaluator se usará como ejemplo el proceso de producción de ciclohexano a partir de la hidrogenación de benceno, que puede verse en la figura 4.1. Los datos para hacer la evaluación de este proceso fueron tomados del manual de Aspen Plus Costing de 1988, de modo que para validar los resultados obtenidos con Aspen IPE se hará una comparación entre éstos y los calculados por Aspen Plus Costing.

La explicación paso a paso de cómo hacer la simulación se omite, pues se considera que el usuario de Aspen IPE ya cuenta con los conocimientos para ello. Por lo tanto, el tutorial para llevar a cabo este ejemplo comienza con la preparación del reporte del simulador, el cual será usado para hacer la evaluación económica. El simulador que se empleará para preparar dicho reporte es Aspen Plus.

Enseguida, se indican todos los datos necesarios para poder llevar a cabo tanto la simulación del proceso como la evaluación económica del mismo:

Especificaciones para el Análisis Económico

Tasa de rendimiento = 15%

Fecha de inicio = 1 de Julio de 1984

Salario de supervisor = 23 dólares/hr

Salario de operador = 17 dólares/hr

Contingencia del proceso = 30%

Tipo de proceso = Probado, típico y de control digital

Proyecto = A ras de pasto

Tipo de suelo = Arcilla blanda

Productividad = 50%

Vida económica de la planta = 15 años

Método de depreciación = Línea recta

Periodos para análisis = 16

Valor de rescate de la planta = 20% del capital de inversión

Capital de trabajo = 25%

Gastos generales de la planta = 50%

Gastos generales y administrativos = 8%

Impuestos = 40%

Actualización de precios = 7% (excepto para el capital del proyecto, que es cero)

Tipo de planta = Procesamiento químico

Tipo de operación = Continua (24 horas/día)

Duración del periodo de arranque = 20 semanas

Fluidos de proceso = líquidos y gases

Precio del benceno = 0.18 dólares/lb

Precio del hidrógeno = 0.13 dólares/lb

Precio del ciclohexano = 0.3 dólares/lb

Agua de enfriamiento = 1.2×10^{-4} dolares/lb

Vapor (400 psi) = 0.0025 dolares/lb

Energía eléctrica = 0.08 dolares/kWh

Equipo	Especificaciones para el simulador	Especificaciones para Aspen IPE			
D-110 D-120	Purga = 0.08 Fracción recirculada = 0.3				
Área de Reacción					
P-110	P en la descarga = 315 psi	Equipos adicionales = 1			
P-120	P en la descarga = 315 psi	Equipos adicionales = 1			
HE-110	P de operación = 330 psi T de salida = 300°F	$U = 100 \text{ Btu/hr ft}^2 ^{\circ}\text{F}$			
HE-120	Caída de presión = -5 psi T de salida = 120°F	U = 100 Btu/hr ft ² °F			
HE- 130	T de operación = $400 ^{\circ}\text{F}$ Caída de presión = -15psi Conversión = $0.998 \text{de C}_6\text{H}_6$ $-\text{C}_6\text{H}_6$ -3H_2 $> \text{C}_6\text{H}_{12}$	\$ = 5,000,000 dólares (1983) Mano de obra = 80,000 hrs			
VV-110	T de operación = 120 °F Caída de presión = -5 psi	Tiempo de retención = 3 min			
CP-110	P de salida = 330 psi Eficiencia politrópica = 0.8	Equipos adicionales = 1			
<u>Área de Separación</u> TW-110	Número de etapas = 15 Etapa de alimentación = 8 Condensador Parcial Presión etapa 1 = 200 psi Presión etapa 15 = 250 psi Reflujo = 1.2 Flujo en fondos = 420 lb/hr Eficiencia de plato = 0.5 (Murphree, etapa 2-15)	Tipo de plato = Sieve Espacio entre platos = 2 ft			

Equipo	Especificaciones para el simulador	Especificaciones para Aspen IPE
HE-140		$U = 100 \text{ Btu/hr ft}^2 ^{\circ}\text{F}$
HE-150		U = 100 Btu/hr ft2 °F
HV-110		Tiempo de retención = 18 min
P-130		Equipos adicionales = 1
P-140		Equipos adicionales = 1
<u>Área de</u> <u>Almacenamiento</u>		
T-110		Tiempo de retención = 10 días Equipos adicionales = 1
Corrientes de entrada	Método = NRTL	
Alimentación de H ₂	Temperatura = $120 ^{\circ}F$ Presión = 335psi Flujo = 1402lbmol/hr Fracción mol de $H_2 = 0.975$ Fracción mol de $N_2 = 0.005$ Fracción mol de Metano = 0.02	
Alimentación de C ₆ H ₆ (puro)	Temperatura = 100°F Presión = 15 psi Flujo = 425 lbmol/hr	
Servicios auxiliares		
Agua de enfriamiento		Precio = 1.2×10^{-4} dolares/lb
Vapor		Precio = 0.0025 dolares/lb P = 400 psi
Energía eléctrica		Precio = 0.08 dolares/kWhr

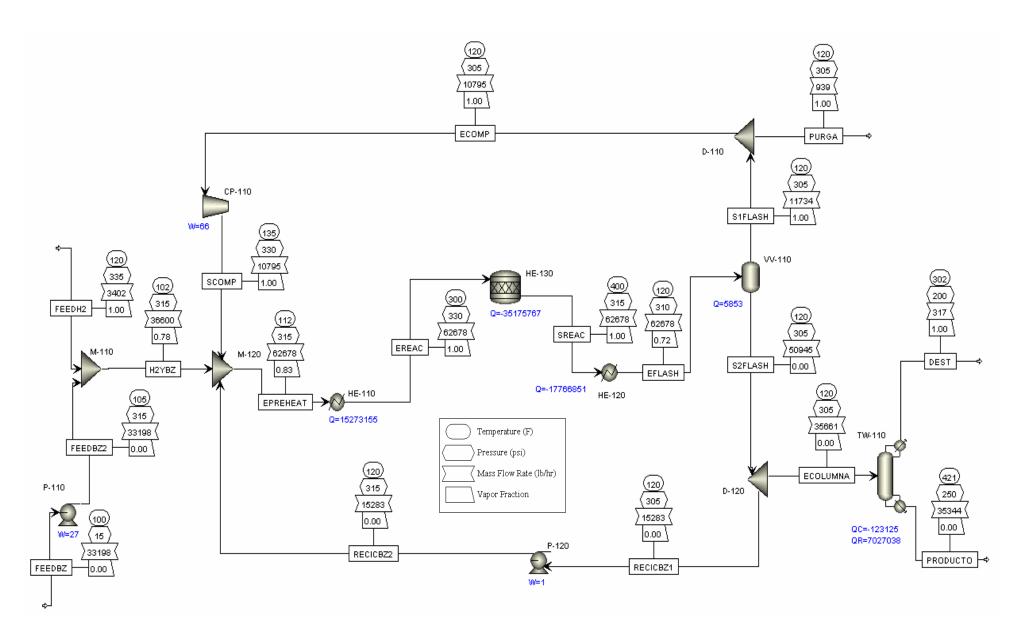


Figura 4.1 Proceso de Producción de Ciclohexano

1. Preparación del reporte del simulador

Antes de empezar, es recomendable, por motivos de organización, ir a *my documents* y crear una nueva carpeta llamada "Ejemplo Aspen IPE", y dentro de ella crear otras dos nuevas carpetas que llevarán el nombre de "Reporte del Simulador" y "Aspen IPE".

1.1 Una vez abierta la simulación del proceso a evaluar ir a la barra de menú de Aspen Plus y seleccionar *Data/Properties*. En el buscador que aparece del lado izquierdo se debe elegir la carpeta *Prop-Sets*, ya que es necesario crear las series de propiedades físicas que Aspen IPE requiere del simulador para evaluar el proceso.

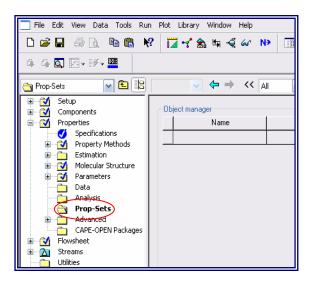


Figura 4.2 Paso 1.1

1.2 Seleccionar la opción *New* y dar nombre a la nueva serie de propiedades. (puede usarse el nombre que aparece predeterminado). Seleccionar *OK*.

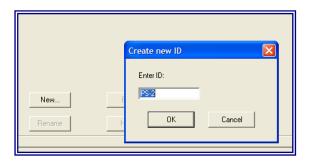


Figura 4.3 Paso 1.2

1.3 En la casilla *substream* dar clic en *All*.

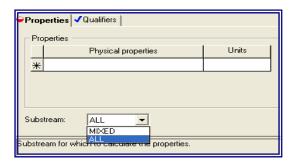


Figura 4.4 Paso 1.3

1.4 Elegir entre la lista de propiedades las siguientes:

MASSVFRA. Fracción másica de vapor de la mezcla MASSFRA. Fracción másica de sólido de la mezcla MASSFLMX. Flujo másico de la mezcla. VOLFLMX. Flujo volumétrico de la mezcla. MASSFLOW. Flujo másico por componente. TEMP. Temperatura de la mezcla.

PRES. Presión de la mezcla.

MWMX. Peso molecular de la mezcla.

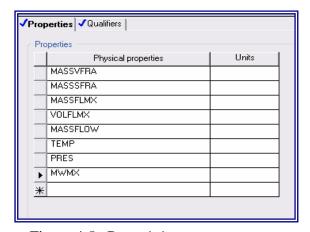


Figura 4.5 Paso 1.4

1.5 Crear otra serie de propiedades y esta vez ingresar a la pestaña de *Qualifiers* y en la celda *Phase* seleccionar *líquido*. En la casilla *substream* dar clic en *All*.

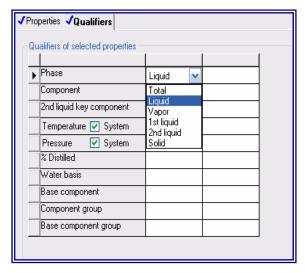


Figura 4.6 Paso 1.5

1.6 Elegir entre la lista de propiedades las siguientes:

VOLFLMX. Flujo volumétrico de la mezcla.

MASSFLMX. Flujo másico de la mezcla.

KMX. Conductividad térmica de la mezcla.

SIGMAMX. Tensión superficial de la mezcla.

MUMX. Viscosidad de la mezcla.

CPMX. Capacidad calorífica a presión constante de la mezcla. (Establecer sus unidades en Btu/lb-R).

MWMX. Peso molecular de la mezcla.

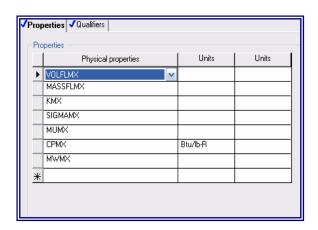


Figura 4.7 Paso 1.6

1.7 Crear una tercera serie de propiedades y ahora ingresar a la pestaña de *Qualifiers* y en la celda *Phase* seleccionar *vapor*. En la casilla *substream* dar clic en *All*.

1.8 Elegir entre la lista de propiedades las siguientes:

VOLFLMX. Flujo volumétrico de la mezcla.

MASSFLMX. Flujo másico de la mezcla.

KMX. Conductividad térmica de la mezcla.

MUMX. Viscosidad de la mezcla.

CPMX. Capacidad calorífica a presión constante de la mezcla. (Establecer sus unidades en Btu/lb-R).

MWMX. Peso molecular de la mezcla.

1.9 Ahora, las series de propiedades que se han creado deben especificarse para poder usarse en la generación del reporte. Para ello, se debe ir a la carpeta *Setup* en el buscador de la izquierda y dar clic en *Report Options/Stream* (pestaña)/*Property Sets* (botón).

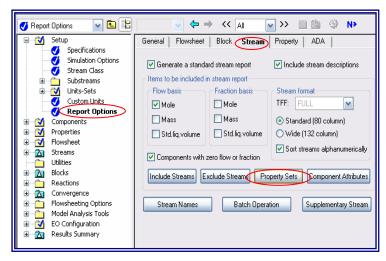


Figura 4.8 Paso 1.9

1.10 Usando el botón > desplazar las series de propiedades antes creadas al cuadro de la derecha (*Selected property sets*). Dar clic en *Close*.



Figura 4.9 Paso 1.10

- 1.11 Correr la simulación (cambiar las unidades a ENG o MET si se tiene otro sistema).
- 1.12 Para que Aspen Plus haga el reporte es necesario ir a la barra de menú y hacer clic en *File/Export* y en la ventana que aparece, en la lista correspondiente a *Save as type*, elegir Report Files (*.rep) o XML files (*.xml).
- 1.13 Nombrar el archivo como *Ciclohexano* y guardarlo en *my documents/Ejemplo Aspen IPE/Reporte del Simulador*, que es una de las carpetas creadas al principio.

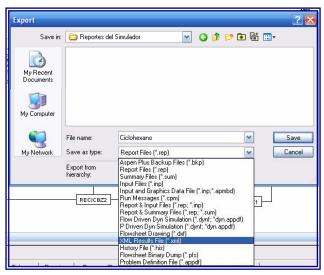


Figura 4.10 Pasos 1.12 y 1.13

Otra manera de especificar las series de propiedades del reporte es usando la plantilla que Aspen IPE tiene predeterminada para el simulador Aspen Plus. Pero para utilizarla es necesario que el usuario tenga acceso a la carpeta donde se encuentra instalado Aspen IPE. El procedimiento es el siguiente:

- 1.1ª Una vez abierta la simulación en Aspen Plus hacer clic en la opción *Import* del menú *File* de la barra de menú.
- 1.2ª Ingresar a la siguiente dirección: C:/Program Files/AspenTech/Aspen Icarus 2004.2/Program/Load/AspenPlus. La anterior, es la dirección que corresponde a la instalación ordinaria de Aspen IPE; sin embargo, puede diferir si el programa fue instalado en una ubicación diferente a la predeterminada.
- 1.3ª En la lista *Tipo* seleccionar *Templates* (*.apt) y dependiendo del sistema de unidades de la simulación elegir la plantilla correspondiente: *AspenIPE template IP* para el sistema inglés y *AspenIPE template MET* para el sistema métrico.

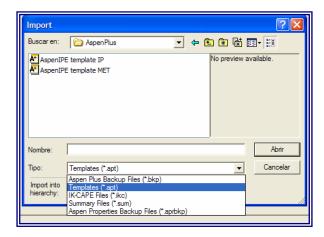


Figura 4.11 Paso 1.3^a

1.4^a Seguir las instrucciones a partir del paso 1.11.

2. Creación de un nuevo proyecto en Aspen IPE

2.1 Después de abrir Aspen IPE es necesario ir a *Tools* en la barra de menú y luego, en *Options*, seleccionar *Preferences*.

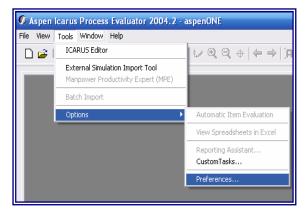


Figura 4.12 Paso 2.1

2.2 En la nueva ventana se debe ir a la pestaña de *Locations* y presionar el botón *Add* ubicado a la derecha. En la ventana que aparece hay que buscar la siguiente ubicación: *my documents/Ejemplo Aspen IPE/Aspen IPE* y presionar *OK* en ambas ventanas. Con lo anterior se ha creado una nueva ubicación para que Aspen IPE guarde el proyecto. Cuando se desee abrir un proyecto en el que ya se ha trabajado es necesario seguir este procedimiento para ubicar la carpeta donde está guardado.

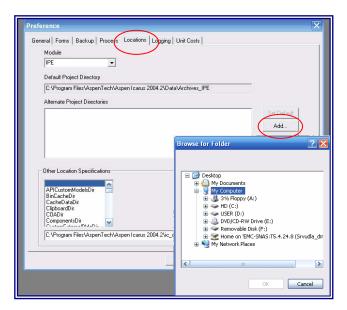


Figura 4.13 Paso 2.2

2.3 Ahora, en la barra de menú ir a *File/New*, o bien, presionar el acceso directo que se encuentra en la barra de herramientas en la extrema izquierda. En la ventana emergente se debe seleccionar en la parte superior izquierda la carpeta que contiene la dirección que se especificó en el paso 2.2. En los espacios para colocar texto en la parte inferior es necesario darle un nombre al proyecto (*Evaluacion Economica Ciclohexano*) y al escenario (*Evaluacion 1*) en el que se va a trabajar. Presionar *OK*.

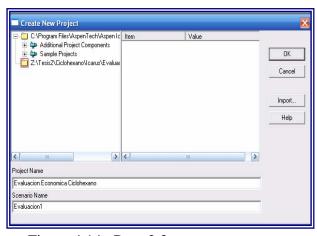


Figura 4.14 Paso 2.3

2.4 En esta ventana se le pide al usuario especificar un sistema de unidades, el cual debe ser el mismo que el elegido en el simulador, en este caso, IP. En el cuadro de texto correspondiente a *Project Description* hay que poner una breve descripción del proyecto de no más de 500 caracteres, mientras que en el recuadro de *Remarks* el usuario puede poner comentarios sobre el proyecto (hasta 6,000 caracteres). Presionar *OK*.

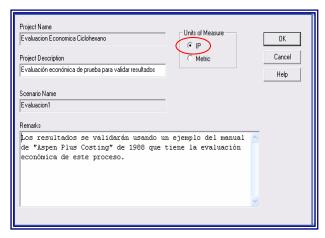


Figura 4.15 Paso 2.4

- 2.5 En la nueva ventana aparecen diversas magnitudes (longitud, área, volumen, masa), cuyas unidades de medición pueden ser modificadas si el usuario así lo desea, en este caso sólo hay que presionar *Close* para cerrar la ventana.
- 2.6 Surge una nueva ventana que contiene los datos generales del proyecto. Para este ejemplo se dejan los valores predeterminados y si el usuario lo desea pude colocar su nombre en el campo *Prepared By* y la fecha de realización del proyecto en *Estimate Day, Estimate Month*, y *Estimate Year*.

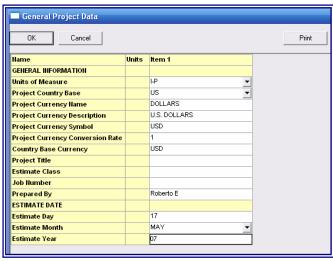


Figura 4.16 Paso 2.6

3. Especificaciones económicas del proyecto

3.1 En el explorador del proyecto ingresar a la pestaña de *Project Basis View* y en la carpeta *Basis for Capital Costs* dar doble clic en *General Specs* (la figura 4.19 ilustra la interfaz del programa) y elegir las siguientes opciones:

Process Description: Proven process

Process Complexity: Typical Process Control: Digital

Project Location: North America Project Type: Grass roots/Clear field

Contingency Percent: 30

Estimated Start Day of Basic Engineering: 1 Estimated Start Month of Basic Engineering: Jul Estimated Start Year of Basic Engineering: 84 (1984)

Soil Condition Around Site: Soft Clay Pressure Vessel Design Code: ASME Vessel Diameter Specification: ID

P (piping) and I (instrumentation) Design Level: Full

Clic en OK

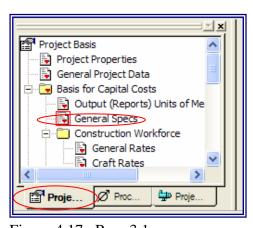


Figura 4.17 Paso 3.1

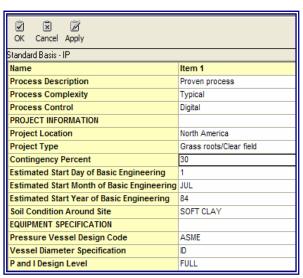


Figura 4.18 Paso 3.1

3.2 Ahora, en la carpeta *Construction Workforce* hacer doble clic en *General Rates* y elegir lo siguiente:

Number of shifts: 1

Productivity all crafts: 50 Standard work week: 40

Clic en OK.

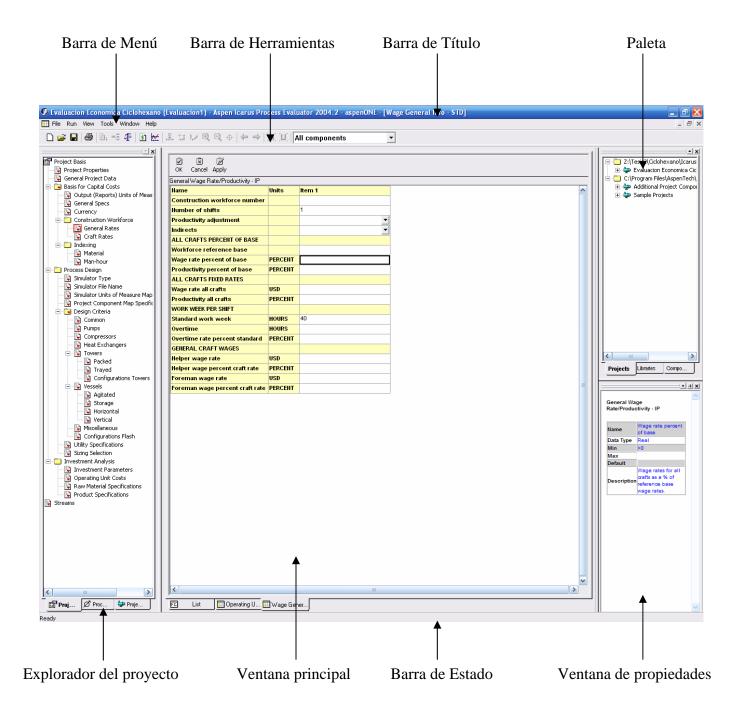


Figura 4.19 Elementos de la interfaz de Aspen IPE

3.3 En la carpeta *Indexing* dar doble clic en *Material* y colocar en todos los casos 68. Con esto se ajustan los precios a 1983, ya que Aspen IPE 2004.2 maneja precios de 2005. Usando el CEPCI:

$$100\frac{316.9(1983)}{468.2(2005)} = 68$$

Clic en OK.

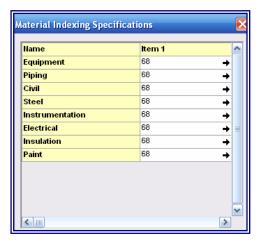


Figura 4.20 Paso 3.3

- 3.4 En la carpeta *Process Design* hacer doble clic en *Simulator Type* y elegir Aspen Tech.
- 3.5 En esa misma carpeta entrar a *Simulator File Name* y buscar el reporte del simulador que previamente fue creado en el paso 1.13 (*my documents/Ejemplo Aspen IPE/Reporte del Simulador/Ciclohexano*). Buscar el tipo de archivo (*.xml o *.*) en *Files of type*, seleccionar el archivo y hacer clic en *Open*.

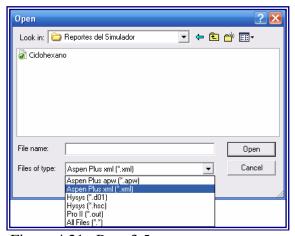


Figura 4.21 Paso 3.5

3.6 Entrar a *Utility Specifications* en la carpeta *Process Design* y marcar con una paloma únicamente *Cooling Water* y *Steam @400PSI* (la opción *Modify* debe estar marcada). Con esto se restringen los servicios auxiliares a agua de enfriamiento y a vapor de 400 psi únicamente.

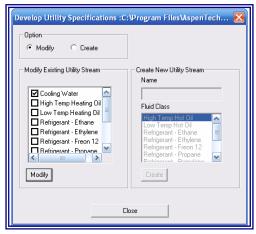


Figura 4.22 Paso 3.6

3.7 Hacer doble clic en *Cooling Water* (sin quitar la paloma), dejar los valores predeterminados y especificar lo siguiente:

Unit Cost: 0.00012

Unit Cost Units: Cost/LB

Clic en OK

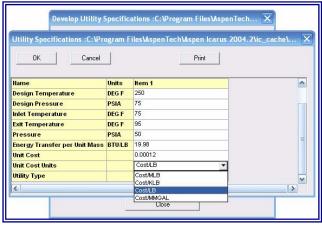


Figura 4.23 Paso 3.7

3.8 Hacer doble clic en *Steam* @400PSI (sin quitar la paloma), dejar los valores predeterminados y especificar lo siguiente (después, clic en *OK* y luego en *Close*):

Unit Cost: 0.0025

Unit Cost Units: Cost/LB

3.9 En la carpeta *Investment Analysis* dar doble clic en *Investment Parameters* y especificar los siguientes parámetros económicos:

Number of Weeks per Period: 52 Number of Periods for Analysis: 16

Tax Rate: 40

Interest Date/Desired Rate of Return: 15

Economic Life of Proyect: 15

Salvage Value: 20

Depreciation Method: Straight Line

Project Capital Escalation: 0 (porque ya se usó el índice de costos)

Products Escalation: 7 (éste y los 3 siguientes se usan para calcular el flujo de caja)

Raw Material Escalation: 7

Operating and Maintenance Labor Escalation: 7

Utilities Escalation: 7

Working Capital Percentage: 25

Operating Charges: 25 Plant Overhead: 50 G and A expenses: 8

Facility Type: Chemical Processing Facility

Operating Mode: Continuous Processing – 24 Hours/Day

Length of Start-up Period: 20 Operating Hours per Period: 8,000 Process Fluids: Liquids and Gases

☑ 🗓 🗹 OK Cancel Apply		
nvestment Analysis Parameters		
Name	Units	Item 1
Period Description		Year
Number of Weeks per Period	Weeks/period	52
Number of Periods for Analysis		16
Tax Rate	Percent/period	40
Interest Rate/Desired Rate of Return	Percent/period	15
Economic Life of Project	Period	15
Salvage Value (Percent of Initial Capital Cost)	Percent	20
Depreciation Method		Straight Line
ESCALATION PARAMETERS		
Project Capital Escalation	Percent/period	0
Products Escalation	Percent/period	7
Raw Material Escalation	Percent/period	7
Operating and Maintenance Labor Escalation	Percent/period	7
Utilities Escalation	Percent/period	7
PROJECT CAPITAL PARAMETERS		
Working Capital Percentage	Percent/period	25
OPERATING COSTS PARAMETERS		
Operating Supplies	Cost/period	
Laboratory Charges	Cost/period	
Operating Charges	Percent/period	25
Plant Overhead	Percent/period	50
G and A Expenses	Percent/period	8
FACILITY OPERATION PARAMETERS		
Facility Type		Chemical Processing Facility
Operating Mode		Continuous Processing - 24 Hours/Day
Length of Start-up Period	Weeks	20
Operating Hours per Period	Hours/period	8,000
Process Fluids		Liquids and Gases

Figura 4.24 Paso 3.9

3.10 En la carpeta *Investment Analysis* dar doble clic en *Operating Unit Costs* y especificar los siguientes parámetros económicos:

Operator: 17 Supervisor: 23 Electricity: 0.08 Potable Water: 0 Fuel: 2.56

Instrument Air: 0

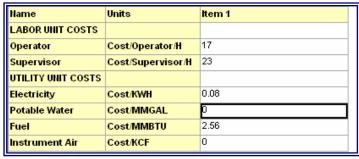


Figura 4.25 Paso 3.10

4. Especificación de los Equipos de Proceso

4.1 Para descargar la información del reporte en Aspen IPE es necesario ir a la barra de menú y seleccionar *Run/Load Data*. También se puede acceder mediante el quinto icono que está en la barra de herramientas de izquierda a derecha.

El usuario pude ahora ver la información dada por el simulador para cada equipo ingresando a *Process View* en el explorador del proyecto y dando doble clic sobre cualquiera de los equipos.

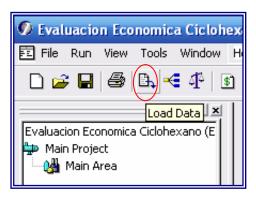


Figura 4.26 Paso 4.1

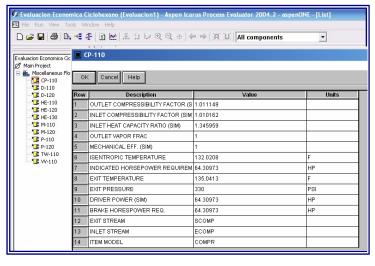


Figura 4.27 Paso 4.1

4.2 Ingresar a la carpeta *Process Design* y luego a *Project Component Map Specifications*. En la lista de la izquierda buscar y seleccionar *RADFRAC*. En la lista que dice *configuration* debe elegirse la opción *Standard Total w/Circ*. Con lo anterior, al momento de que se trace el diagrama de flujo del proceso, Aspen IPE aplicará para el módulo RADFRAC la configuración que incluye los siguientes equipos: torre, condensador, acumulador, divisor superior, bomba de reflujo, divisor de fondos, rehervidor y bomba de circulación. Clic en *OK*.

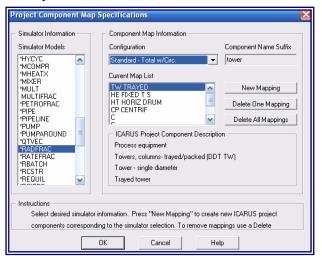
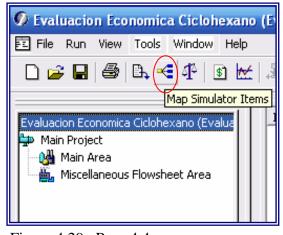
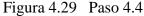


Figura 4.28 Paso 4.2

- 4.3 En la carpeta *Design Criteria* entrar a *Vessels* (doble clic) y luego, en la opción *Residence Time* poner 3 minutos. Después, en *Storage* colocar 10 en la opción *Number of Holding Days* y 24 en *Holding Hours in a Day*.
- 4.4 El siguiente paso es trazar el diagrama de flujo del proceso, para tal propósito hay que ingresar a *Run/Map Items*. El acceso directo en la barra de herramientas se encuentra a la derecha del de *Load Data* usado en el paso anterior. En la ventana emergente deben estar seleccionados *Map All Ítems, Default and Simulator Data* y *Size ICARUS Project Component(s)*. Esta última opción es para dimensionar los equipos. Elegir *OK* en ésta y en la siguiente ventana.





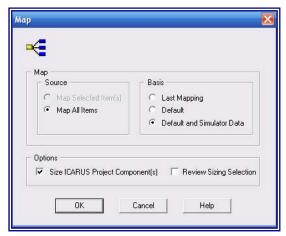


Figura 4.30 Paso 4.4

4.5 Ir a *View* en la barra de menú y acceder a la opción *Process Flow Diagram*. El diagrama de flujo del proceso es visible ahora en la ventana principal.

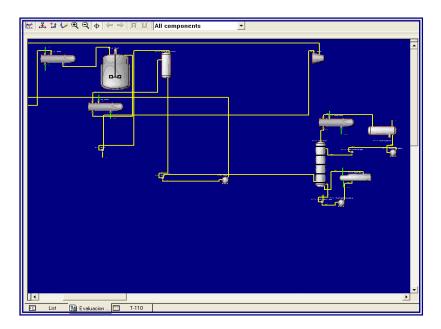


Figura 4.31 Paso 4.5

4.6 El diagrama no incluye el tanque de almacenamiento, por lo que hay que agregarlo manualmente. Para hacerlo es necesario estar en *Proyect View* en el explorador del proyecto, dar clic derecho en donde dice *Main Area* (rama de *Main Project*) y elegir la opción *Add Project Component*.

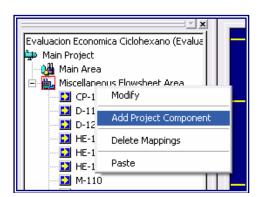


Figura 4.32 Paso 4.6

4.7 En la nueva ventana hay que seleccionar lo siguiente después de dar nombre al equipo (T-110): *Process equipment/Vessels-pressure, storage (HT VT)/Vessel-vertical tank/Flat bottom storage tank, optional roof.* En la ventana principal aparece un menú que corresponde a las características del nuevo equipo; ignorar este menú (no cerrarlo) e ir al diagrama de flujo usando las pestañas de la parte inferior de la ventana principal.

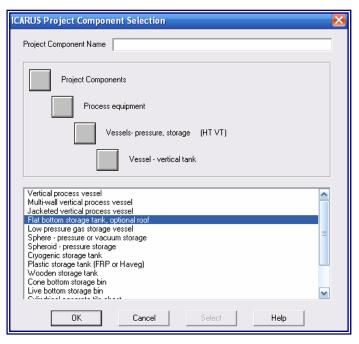


Figura 4.33 Paso 4.7

- 4.8 En el diagrama aparece el nuevo equipo en la parte superior izquierda, hay que llevarlo donde se encuentra la torre, para lo cual se da un clic sobre el equipo y se desplaza el ratón hasta la ubicación mencionada manteniendo el botón del ratón presionado. Para lo anterior es recomendable ver el diagrama completo, lo cual se logra usando las lupas que están en la barra de herramientas.
- 4.9 Enseguida, se conecta el equipo al proceso dando clic derecho sobre la corriente de producto de fondos que no tiene equipo destinatario y seleccionando *Reconnect Sink*. El extremo de la línea punteada que aparece debe llevarse hasta la línea que delimita el equipo que se quiere conectar. En dicha línea aparecen pequeñas esferas, las cuales cambian a color verde indicando que ahí puede hacerse la conexión.

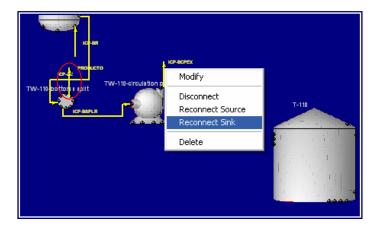


Figura 4.34 Paso 4.9

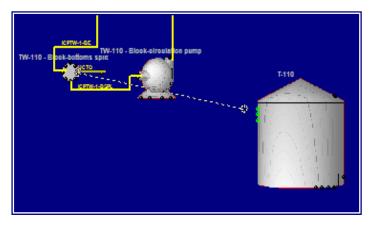
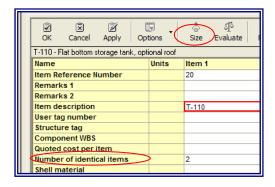


Figura 4.35 Paso 4.9

4.10 Ahora, se debe regresar al menú del equipo (T-110) en la ventana principal, y en la opción *Number of Identical Items* poner 2. Después, hacer clic en *Size* en la parte superior de la ventana principal, elegir *YES* en el letrero que aparece, y en la nueva ventana presionar *OK*. El tanque ha sido dimensionado.



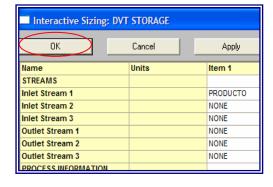


Figura 4.36 Paso 4.10

Figura 4.37 Paso 4.10

4.11 En *Proyect View* en el explorador del proyecto los siguientes equipos deben renombrarse dando clic derecho sobre ellos y luego en *Edit Name*:

TW-110-Block − reb		HE-150
TW-110-Block - circulation pump	\rightarrow	P-140
TW-110-Block – reflux pump	\rightarrow	P-130
TW-110-Block – cond acc \rightarrow		HV-110
TW-110-Block – cond \rightarrow		HE-140
TW-110-Block – tower →		TW-110
TW-110-Block - bottoms split	\rightarrow	D-130
TW-110-Block - overhead split	\rightarrow	D-140

4.12 Se especificará equipo por equipo. Estando en *Proyect View* en el explorador del proyecto dar doble clic sobre cada una de las bombas (P-110, P-120, P-130 y P-140) y colocar en *Number of Identical Items*, 2. A continuación, hacer clic derecho sobre el HV-110 y seleccionar *Re-Size*. Oprimir *YES* en el mensaje que aparece y cambiar a 18 min el valor de *Residence Time* y a 1 ft el de *Minimum Vessel Diameter*.

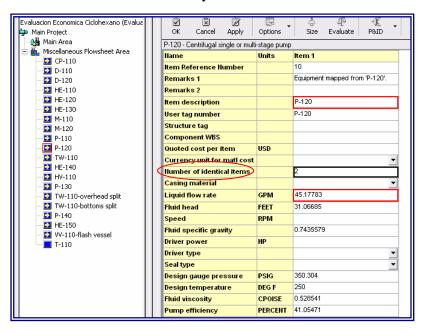


Figura 4.38 Paso 4.12

4.13 Hacer clic derecho sobre el intercambiador HE-110 y elegir la opción *Re-Size*. Después de presionar *YES* en la ventana emergente ir a *Overall Heat transfer Coefficient* y poner 100, que es el valor de U para este ejemplo. Clic en *OK*. Repetir el procedimiento con el HE-120 y el HE-150.

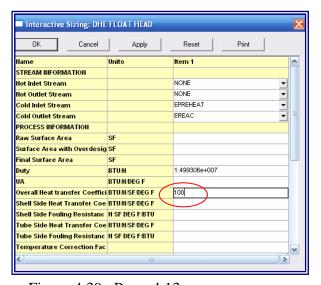


Figura 4.39 Paso 4.13

4.14 Repetir el paso anterior con el intercambiador HE-140. Al final, aparecerá un letrero indicando que el tamaño del intercambiador es muy pequeño y, por lo tanto, es necesario elegir otro tipo de intercambiador.

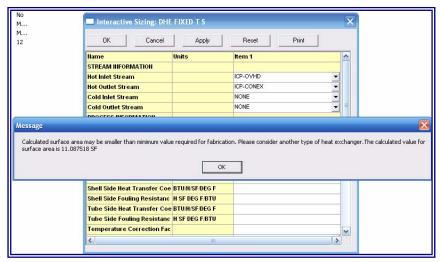


Figura 4.40 Paso 4.14

4.15 Para corregir el problema es necesario ir al diagrama de flujo del proceso y dar clic derecho en el condensador de la torre (HE-140). De entre las opciones, escoger *Delete* y luego confirmar en la ventana emergente con *YES*. Para agregar el nuevo equipo se debe seguir el mismo procedimiento que cuando se colocó el tanque de almacenamiento, pero siguiendo esta secuencia: *Process equipment/Heat exchangers, heaters/Heat exchanger/Pre-engineered (standard) <i>U-tube exchanger*. Nombrar el archivo de nuevo como HE-140. Ignorar el menú del equipo en la ventana principal (no cerrarlo) y regresar al diagrama.

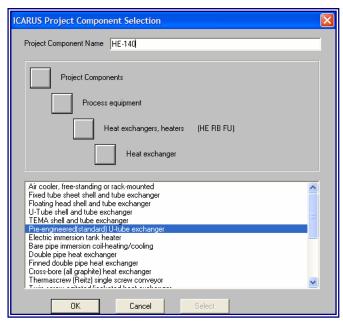


Figura 4.41 Paso 4.15

4.16 Al igual que con el tanque de almacenamiento se debe integrar el nuevo equipo al proceso en el lugar donde se eliminó el intercambiador. La opción *Reconnect Sink* le corresponde a la corriente que sale de la parte superior de la torre y *Reconnect Source* a la corriente que entra el acumulador.

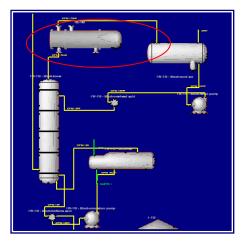


Figura 4.42 Paso 4.16

4.17 Después de conectar el equipo hace falta restablecer las corrientes de servicios auxiliares. En la barra de herramientas, a la izquierda del botón de *zoom in* (la lupa con el signo positivo), está la opción *Draw Disconnected Stream*. Después de presionar este botón aparece una ventana con dos corrientes, que son las corrientes de servicios auxiliares que estaban presentes en el intercambiador que se eliminó en el paso 4.15. Hacer doble clic en la corriente con terminación *IN-1* y en el diagrama hacer clic en el fondo azul (cerca del intercambiador para mayor facilidad), en seguida, hacerlo de nuevo en una conexión disponible del intercambiador (esfera verde). Hacer lo mismo con la corriente de terminación *EX-1*, pero en lugar de hacer clic primero en el fondo azul, hacerlo en una conexión disponible en el intercambiador y luego fuera de él.





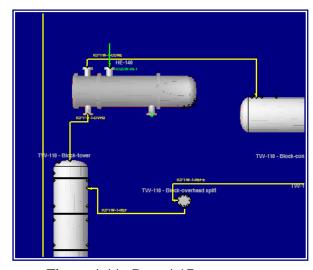


Figura 4.44 Paso 4.17

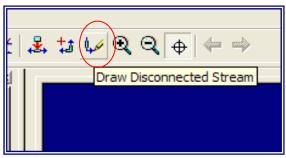


Figura 4.45 Paso 4.17

- 4.18 Volver al menú del equipo en la ventana principal y presionar el botón *Size*. Dado que el intercambiador elegido maneja áreas de transferencia de calor bajas (3.5 a 120 ft²) la advertencia ya no debe aparecer. En *Tube length extended* colocar 16 y en *Tube wall thickness* poner 0.065 para dejarlos dentro del rango, ya que habían salido de especificación como indicaba la ventana de propiedades (ventana inferior derecha). Presionar *OK*.
- 4.19 Las corrientes de entrada y salida del reactor se encuentran en fase gas, y el reactor asignado para el módulo RStoic de Aspen Plus, el tanque cerrado con agitación y chaqueta, no puede dimensionarse si no hay líquido presente. Al hacer el diagrama de flujo Aspen IPE hizo también el dimensionamiento de los equipos (porque así se le solicitó), pero omitió al reactor por lo antes mencionado. Sin embargo, en este ejemplo se cuenta con el precio del reactor.

Es necesario eliminar el reactor del diagrama y agregar un nuevo equipo. Se sigue la misma ruta que en los casos anteriores, pero esta vez, en lugar de ingresar a *Process equipment* se debe acceder a *Quoted equipment* después de dar nombre al equipo (HE-130 de nuevo). En el menú que sale en la ventana principal poner lo siguiente:

Code of account: 100 (es el código para equipos y su instalación)

Material cost per unit: 5,000,000. Labor hours per unit: 80,000.

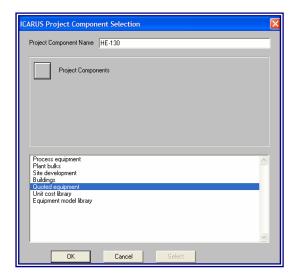


Figura 4.46 Paso 4.19

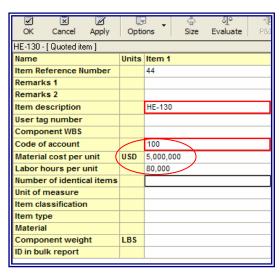


Figura 4.47 Paso 4.19

4.20 En el diagrama de flujo unir el nuevo equipo al proceso en el lugar donde se encontraba el reactor. La forma de este equipo es un círculo, que representa a los equipos que Aspen IPE no dimensiona ni evalúa, como los divisores y mezcladores de las simulaciones. Sólo los toma en cuenta si ya están cotizados, como en este caso el reactor.

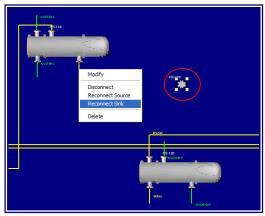


Figura 4.48 Paso 4.20

4.21 Falta especificar los costos de las materias primas y el producto. En la carpeta *Investment Análisis* acceder a *Raw Material Specifications*. Seleccionar la opción *Create* y nombrar la corriente como *Benceno*. En *Basis* debe estar seleccionado *Mass* y en *Phase* la opción *Liquid*. Luego, presionar *Create* y especificar estos datos:

Process Stream: FEEDBZ (corriente de alimentación de benceno)

Rate Units: LB/H (porque el precio está en \$/lb)

Unit Cost: 0.18

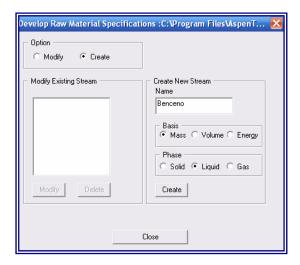


Figura 4.49 Paso 4.21

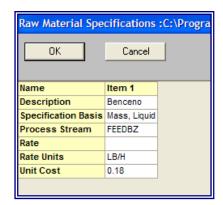


Figura 4.50 Paso 4.21

4.22 Repetir el paso anterior con el Hidrógeno. En *Phase* hay que seleccionar *Gas* y las especificaciones deben ser:

Process Stream: FEEDH2

Rate Units: LB/H Unit Cost: 0.13

4.23 En el caso del producto, ciclohexano, es el mismo procedimiento pero hay que ingresar a *Product Specifications* y poner la siguiente información:

Phase: Liquid

Process Stream: PRODUCTO

Rate Units: LB/H Unit Cost: 0.3

4.24 Los equipos pueden organizarse en áreas. Clic derecho sobre *Main Project* en *Project View* y seleccionar *Add Area*. Especificar el nombre como "Almacenamiento" y de la lista elegir *FLOOR*. Además, *Lenght* y *Width* = 250. Luego, arrastrar con el ratón el equipo T-110 y llevarlo hasta el nombre del área creada.



Figura 4.51 Paso 4.24

4.25 Repetir el paso anterior creando las siguientes áreas:

Reaccion: *FLOOR*, 50 x 50 feet. P-110, P-120, HE-110, HE-120, HE-130, VV-110, CP-110, D-110, D-120, M-110 y M-120.

Separacion: *FLOOR*, 50 x 50 feet. TW-110, HE-140, HE-150, P-130, P-140, HV-110, D-130 y D-140.

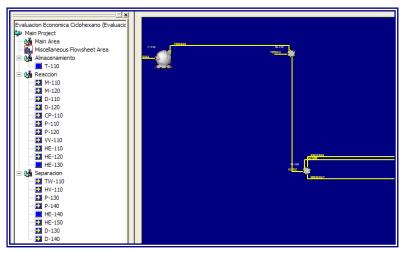


Figura 4.52 Paso 4.25

5. Evaluación Económica y resolución de problemas

Para evaluar un equipo de manera individual se puede dar clic derecho sobre él en *Project View* en el explorador del proyecto y elegir la opción *Evaluate Item*. Se puede hacer lo mismo estando en el menú del equipo y presionando el botón *Evaluate* de la parte superior de la ventana.

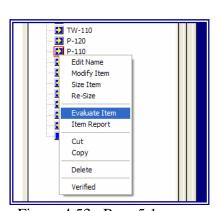


Figura 4.53 Paso 5.1

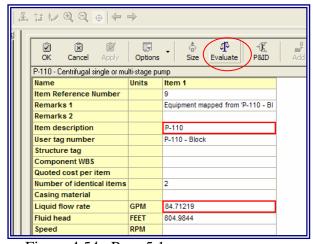


Figura 4.54 Paso 5.1

5.2 En la ventana principal aparecen los datos del equipo que tienen que ver con el proceso (temperatura y presión de operación, por ejemplo), los resultados del dimensionamiento, los datos de diseño y los costos. También se pueden apreciar las corrientes que están involucradas con el equipo evaluado junto con todas sus características (temperatura, presión, densidad, conductividad, viscosidad, etc).

En el caso de los equipos cuyo costo fue dado por el usuario, la evaluación únicamente muestra ese valor.

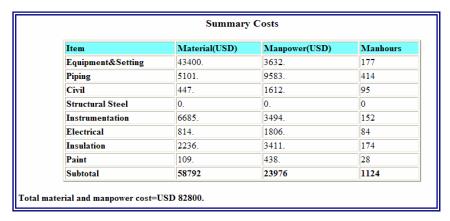


Figura 4.55 Paso 5.2

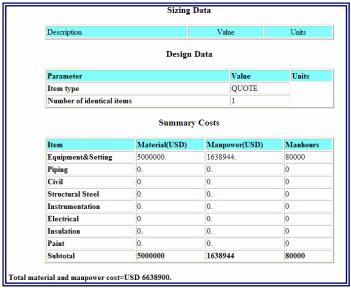


Figura 4.56 Paso 5.2

5.3 Para evaluar todo el proyecto se debe ingresar a *Run/Evaluate Proyect* en la barra de menú. El acceso rápido en la barra de herramientas es la balanza.

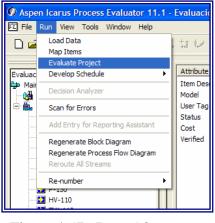


Figura 4.57 Paso 5.3

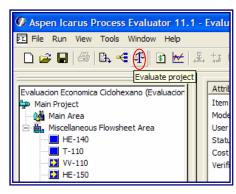


Figura 4.58 Paso 5.3

5.4 Aparecerán las advertencias y los errores. Las advertencias correspondientes a los divisores (D-xxx) y mezcladores (M-xxx) indican que el costo es cero y que el peso no está especificado (usado para calcular el costo de envío de los equipos). La advertencia sobre el peso también está presente para el HE-130, cuyo precio fue fijado. Pueden ignorarse porque para los motivos de este ejemplo son irrelevantes; los errores, sin embargo, deben corregirse.

La advertencia sobre el compresor indica que no existen motores que den la potencia exacta que el simulador calculó para este equipo (65.54 hp), y por lo tanto, Aspen IPE hará la estimación con el motor en existencia que le siga en tamaño (75 hp). Por lo anterior no hay ningún problema. Hacer clic en *Stop*.

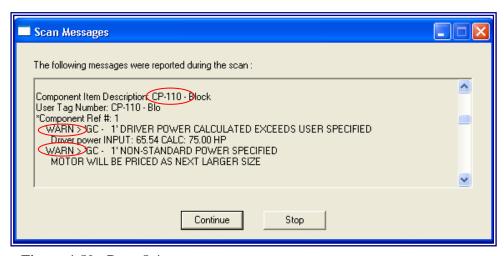


Figura 4.59 Paso 5.4



Figura 4.60 Paso 5.4

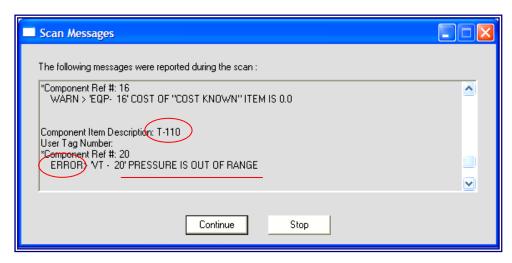


Figura 4.61 Paso 5.4

5.5 El único error se presenta en el tanque de almacenamiento, en donde la presión está fuera de rango. En el menú del equipo en *Design gauge pressure* se aprecia una presión de 260.3 psig, pero la ventana de propiedades muestra que el rango es de 0 a 15 psig. El diseño del tanque se basó en la corriente de fondos de la torre de destilación, cuya presión es de 235.3 psig; sin embargo, el almacenamiento del producto se da a presión atmosférica (la simulación no incluye esa caída de presión). Para hacer la corrección hay que sustituir el valor de 260.3 por cero.

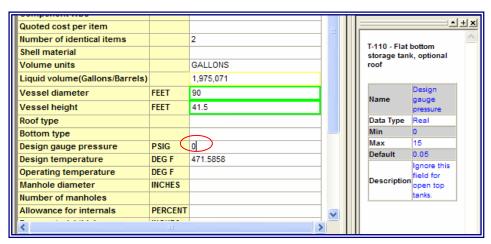


Figura 4.62 Paso 5.5

5.6 Evaluar el proyecto. Ahora sólo deben existir advertencias, las cuales ya se discutieron, de modo que se debe presionar *Continue*.

Para ver las diferentes ventanas con resultados hay que usar las pestañas *Equipment, Project Summary, Cashflow* y *Executive Summary.*

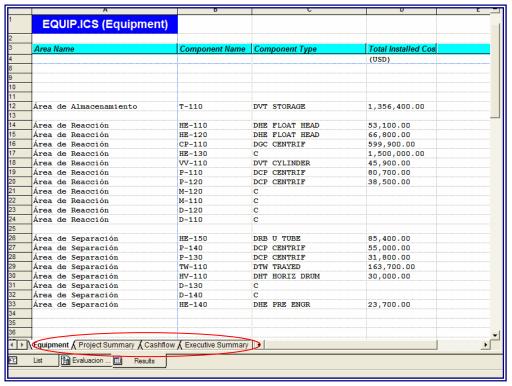


Figura 4.63 Paso 5.6

5.7 Los costos capitales pueden visualizarse entrando a *View/Capital Costs View* o accesando al ícono con el signo de pesos en la barra de herramientas. Eligiendo *Interactive Reports* se pueden ver los reportes en Excel o en Internet Explorer.

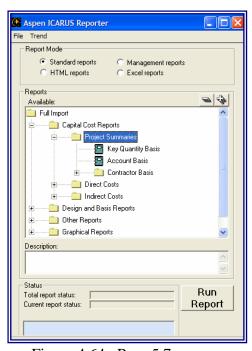


Figura 4.64 Paso 5.7

	Archivo Edición Ver Ins	ertar <u>F</u> ormato <u>F</u>	<u>H</u> erramientas D	a <u>t</u> os Ve <u>n</u> tana	2			
	📂 🖫 🔒 ங 🌢 🖎 🤅	🎐 🐰 🗈 🖺 -		- 🦺 Σ 🕶 🖫	102%	- » 🍅 » Arid	al	
	K18 ▼ £ S	Scaffolding						
	Α	В	С	D	Е	F	G	Н
1	Aspen ICARUS							
2	Aspen ICARUS Project Cost Summary							
3	Project Title:					Prepared By:	Roberto E	
4	Proj Location:					Currency:	DOLLARS	USD
5	Estimate Date:	5AUG07 03:22:40						
6	Account	MH	Wage Rate	Labor Cost	Matl Cost	Total Cost	Perce	ntages
7	(2) Equipment	809	20.74	16,779	3,030,600	3,047,379	63.7%	of TDC
8	(3) Piping	7,222	22.99	166,049	134,978	301,027	6.3%	of TDC
9	(4) Civil	130	16.96	2,207	943	3,150	0.1%	of TDC
10	(5) Steel	551	17.73	9,779	15,292	25,070	0.5%	of TDC
11	(6) Instruments	3,774	22.74	85,826	347,438	433,265	9.1%	of TDC
12	(7) Electrical	4,662	21.09	98,322	245,805	344,127	7.2%	of TDC
13	(8) Insulation	14,823	19.38	287,203	262,530	549,734	11.5%	of TDC
14	(9) Paint	3,996	15.68	62,652	15,772	78,424	1.6%	of TDC
15	Direct Field Costs	35,967		728,816	4,053,358	4,782,174	100.0%	of TDC
16		(TDMH)		(TDL)	(TDM)	(TDC)		
17								
	Indirect Field Costs	9,014				1,166,400	160.0%	of TDL
19		(IFMH)				(IFC)		
20								
21								
22	Total Field Costs	44,981				5,948,574	62.7%	of TIC
23		(TFMH)				(TFC)		
24								
25								
	Freight					162,100	4.0%	of TDM
27	Taxes and Permits					253,300	5.3%	of TDC
28	Engineering and HO	16,598				1,140,500	12.0%	of TIC
29	Other Project Costs					530,076	5.6%	of TIC
	Contingency					1,446,219	15 3%	of TIC

Figura 4.65 Paso 5.7

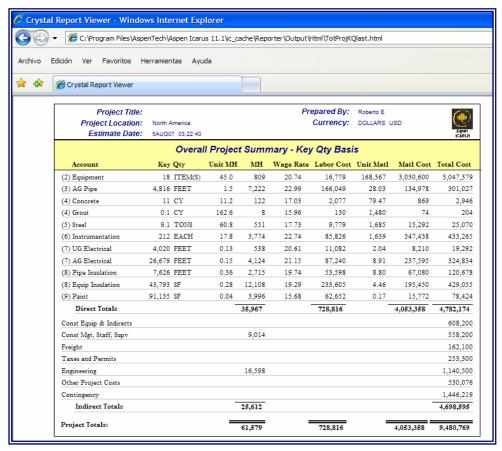


Figura 4.66 Paso 5.7

Para guardar los reportes interactivos en Word, es necesario abrir el reporte como un reporte estándar (con la opción *Standard Reports*) y luego ir a *File* y elegir *Save to Document*. En el cuadro titulado *Document Type* debe estar seleccionada la opción *Word Document (.doc)* y en el otro cuadro (*Export Options*) la opción *Create new Document*. En la ventana *New Document Path* se elige la ubicación donde se guardará el archivo y en el cuadro de la parte baja de la ventana se le da el nombre.

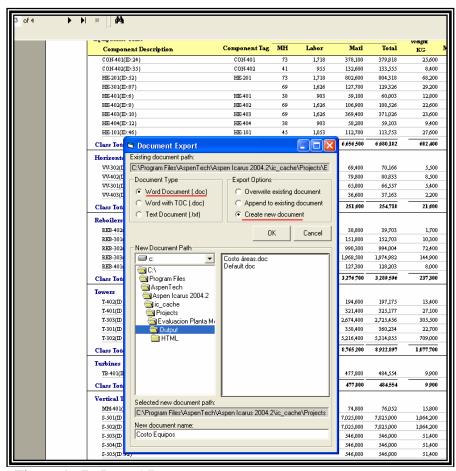


Figura 4.67 Paso 5.7

Para ver los criterios de rentabilidad hay que ingresar a la pestaña de *Cashflow* en la parte inferior de la ventana principal. Dichos criterios se aprecian en la columna correspondiente al último periodo de vida útil de la planta.