

Innovarpel 2023



Digitalización y Ciberseguridad en la Industria del Oil&Gas

Hotel Colón | Quito, Ecuador

21 y 22 de noviembre de 2023

ORGANIZA



ASOCIACIÓN DE EMPRESAS DE
PETRÓLEO, GAS Y ENERGÍA RENOVABLE
DE AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

REALIZA



Sinergia entre Modelos de Planeación, Programación y Simulación para mejorar los Planes de Producción de las Refinerías

Miguel F. Perez Izquierdo

Coordinador de proyectos,

Integrador de Soluciones Tecnológicas (IST)



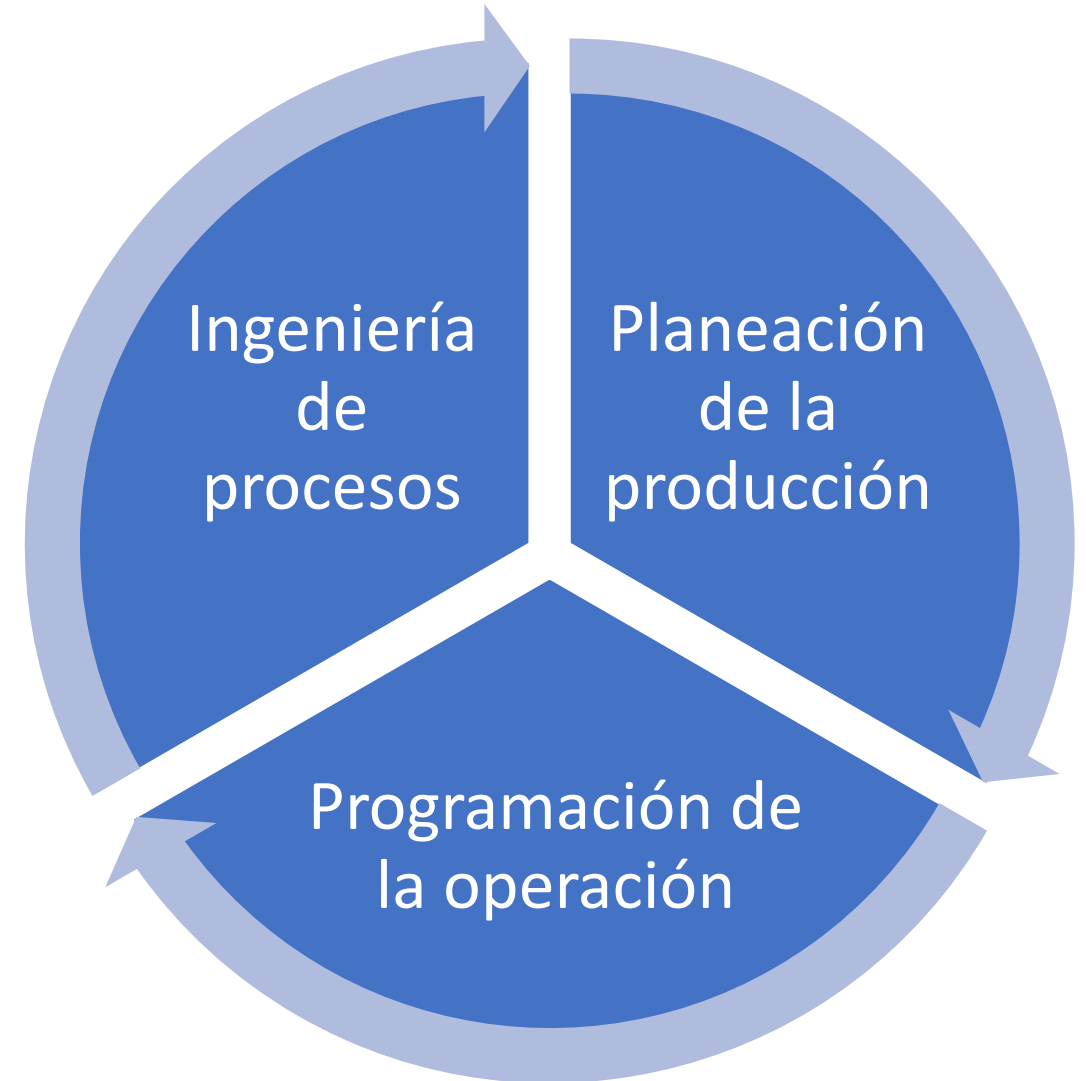
Introducción

- Un Gemelo Digital consiste en la creación de una réplica virtual a imagen y semejanza de un producto, proceso o sistema tangible.
- Con la finalidad de proporcionar herramientas para la toma de decisiones, implementando adicionalmente capacidades de simulación y predicción.



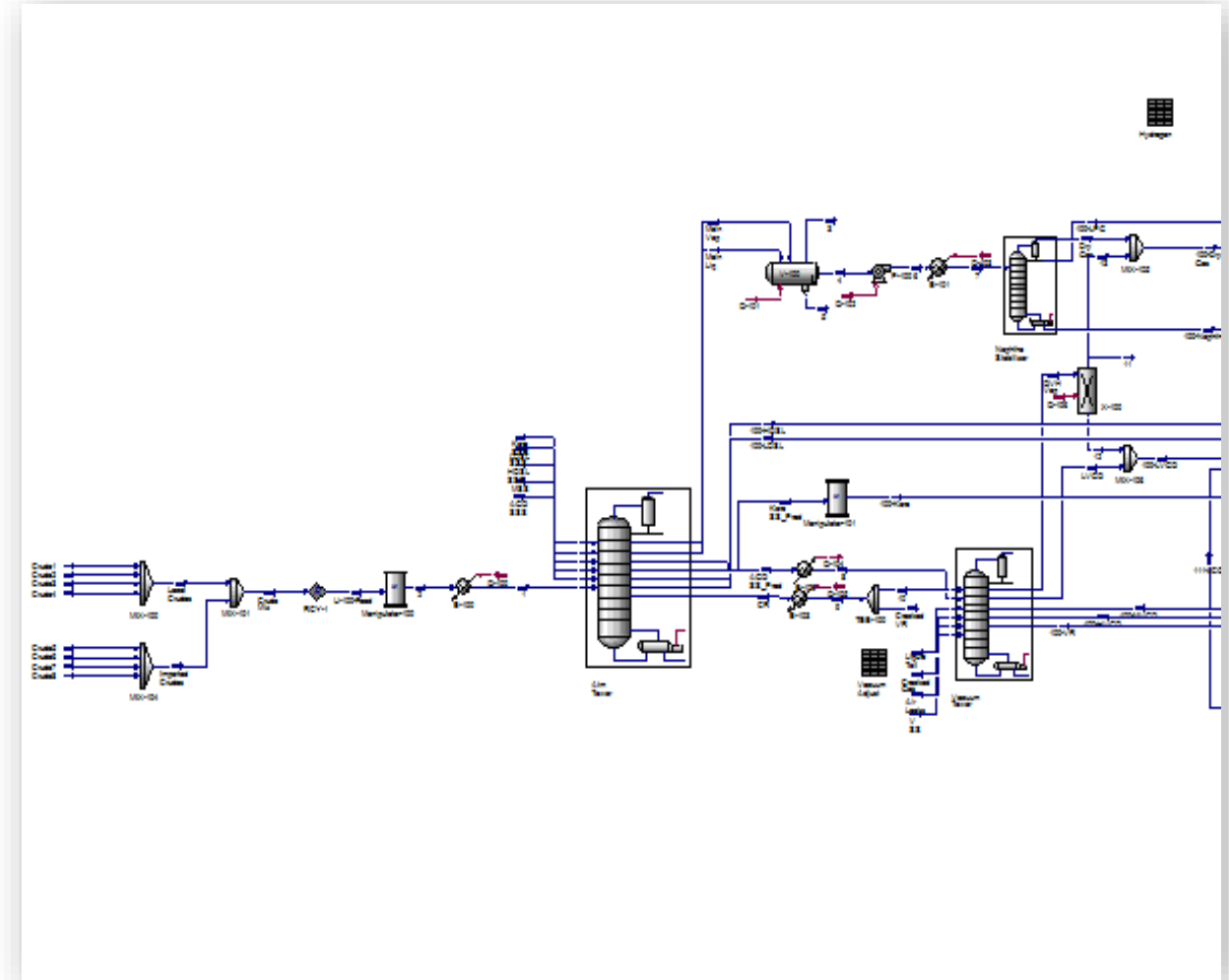
Introducción

- Los procesos de negocios en las refinerías de los que haremos mención son:
 - Planeación de la producción
 - Programación de la operación
 - Ingeniería de procesos.
- Cada uno de estos procesos cuenta con herramientas tecnológicas que permiten tener modelos virtuales con los beneficios explicados anteriormente



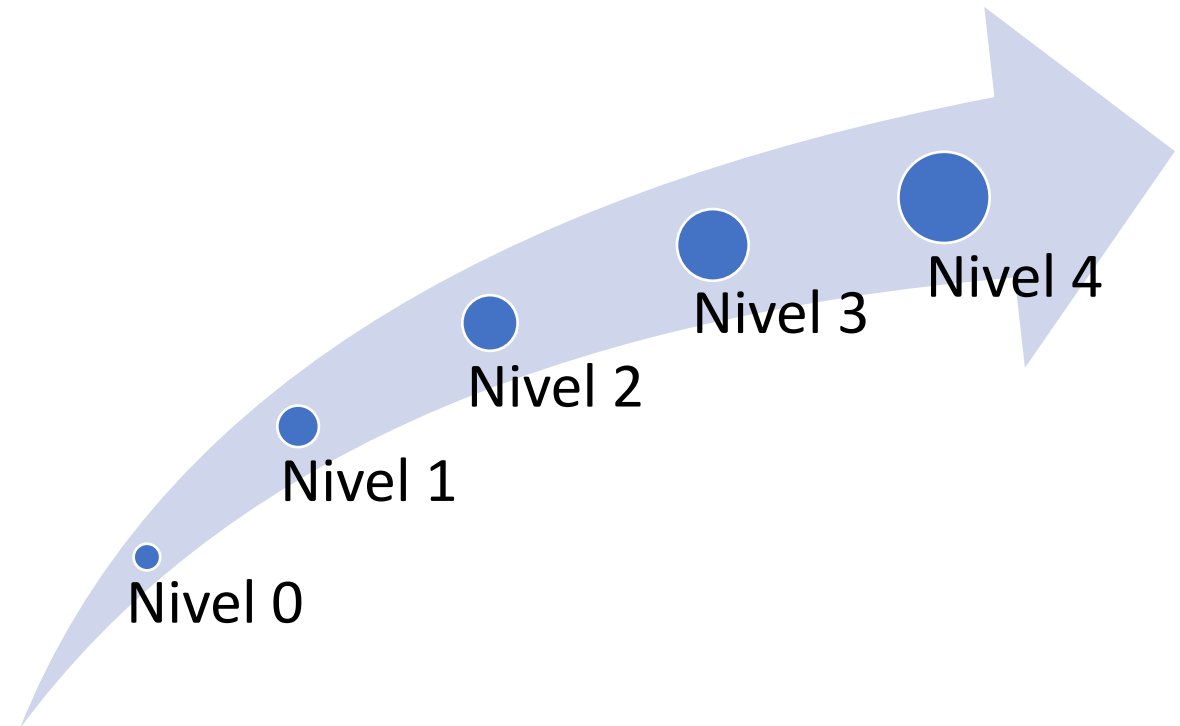
Ingeniería de procesos

- Al utilizar las herramientas tecnológicas para realizar una adecuada **simulación de procesos** las refinerías buscan alcanzar la mejor excelencia operativa y de esta manera mantener su rentabilidad.
- Se pueden optimizar procesos como: problemas operativos, selección de crudos, planificación de refinerías, análisis del margen de beneficios, etc.



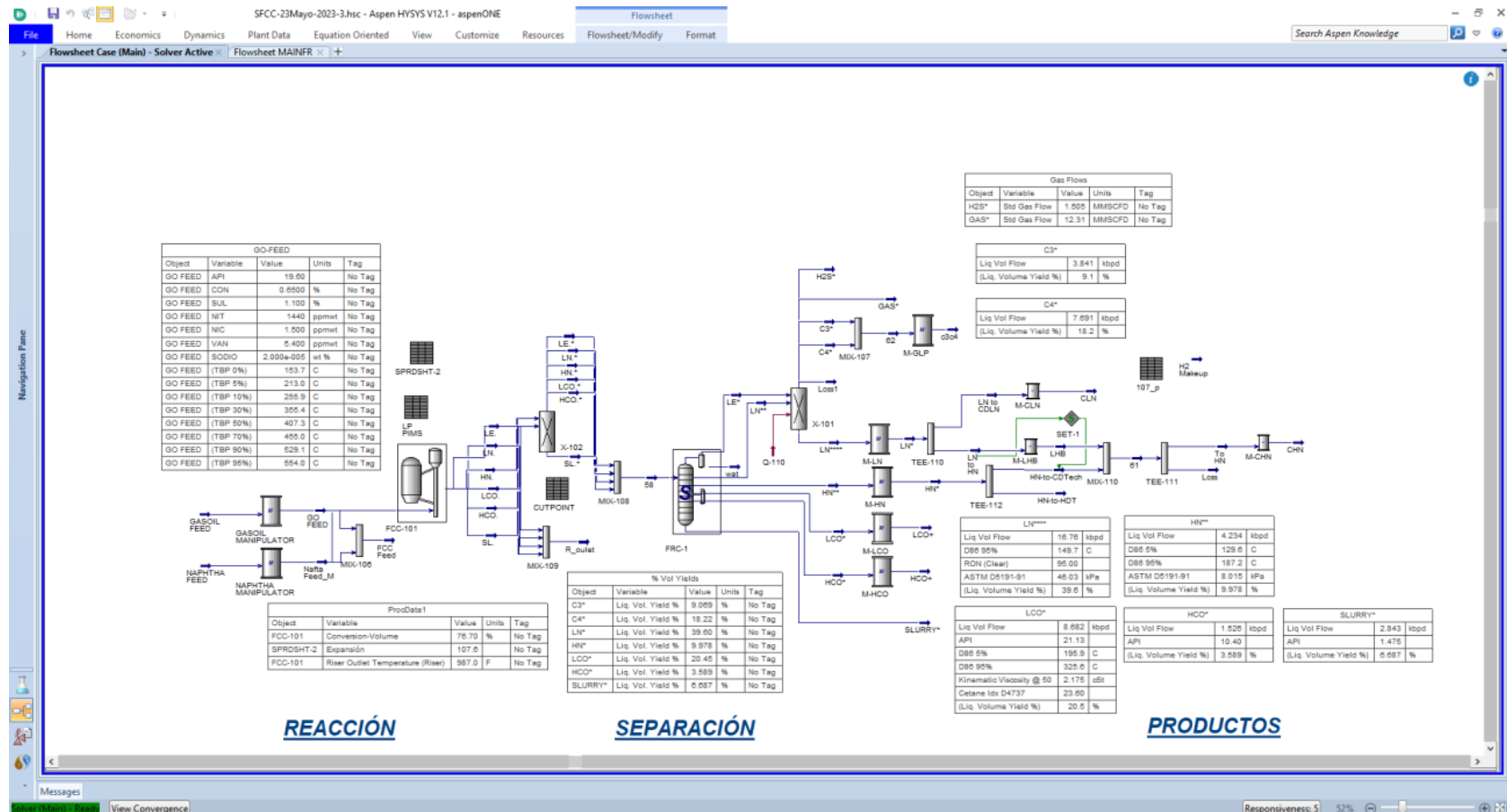
Ingeniería de procesos

- Nivel de madurez de la empresa en el aprovechamiento de la tecnología de simulación de procesos:
 - **Nivel 0:** No tienen.
 - **Nivel 1:** Restringidas a ingenieros de procesos.
 - **Nivel 2:** Ingenieros de procesos e Ingenieros de plantas.
 - **Nivel 3:** Integrada con datos de la planta en tiempo real.
 - **Nivel 4:** Modelo de simulación de procesos en toda la refinería para un análisis riguroso del margen de beneficios.



Simulación de procesos

- Un Modelo de Simulación es un conjunto de ecuaciones que representan procesos y relaciones entre variables de un fenómeno del mundo real y que proporciona indicios aproximados de su comportamiento bajo diferentes condiciones.



Simulación de procesos

- Un Modelo Calibrado es capaz de reproducir, con un grado de certeza definido, el comportamiento de una planta. Un modelo se puede calibrar con datos históricos de la planta, o con datos de diseño. En cualquiera de los dos casos existe un mínimo de información para calibrar el modelo.

	001-VGO	100-HVGO	100-MVGO	TK1103-1001	TK-1018	111-HKGO	111-LKGO
StdLiquidDensity (API)	21.2	15.6	19.1	20	18.6	17.2	31
SulfurByWt (%)	0.938	1.377	1.118	1.4	1.1	1.69	1.04
est. NaphthenesByVol (%)	21.50	13.73	17.46	16.20	15.41	7.77	37.13
est. AromByVol (%)	78.50	86.27	82.54	83.80	84.59	92.23	59.55
NitrogenByWt (ppm)	1500	2090	1080	2647	1148	3254	1162
VanadiumByWt (ppm)	4.3	2	0.07	0.261	0.14	1.4	0.14
ConradsonCarbonByWt (%)	0.36178	2.85985	0.12612	0.28244	0.12897	0.62893	0.03915
NickelByWt (ppm)	1.2	0.7	0.02	0.29	0.29	0.29	0.29
IronByWt (ppm)	0.14	0.02	0.02	0.12	0.12	0.12	0.12
* AsphalteneByWt (%)	0.138	0.056	0.033	0.030		0.035	0.020
est. BasicNitrogenByWt (ppm)	500	696.67	360	882.333	382.667	1084.67	387.333
TotalAcidNumber (mg KOH/g)		1.26034	0.69588	0.19657			
SodiumByWt (ppm)		0.07	0.07	0.18	0.18	0.18	
BromineNumber				23.90573027			
SiliconByWt (ppm)				0.283	0.152		1.6
CopperByWt (ppm)				0.1	0.1		
AnilinePoint (C)					81.5	62.4	

Curve type	D2887	D2887	D1160	D1160	D1160	D1160	D86
Basis	By mass	By mass	By volume	By volume	By volume	By volume	By volume
Units	C	C	C	C	C	C	C
Distillation %							
0	234.5	399.9	345.4	174.2	345.9	280.7	187.6
5	280.3	442.3	385.5	239.1	381.4	336.8	207.5
10	306.5	466.1	406.1	280.1	400.1	362.3	217.6
15	325.5	480.6					
20	339.6	491.4	417.1	328.5	408.5	374.4	234.1
25	354.8	499.4					
30	367.8	506.0	424.8	358.6	415.7	383.3	248.0
35	379.5	512.6					
40	389.7	518.5	431.9	380.1	424.3	391.9	262.3
45	399.2	524.1					
50	408.0	529.4	439.3	398.0	436.5	400.9	276.9
55	416.3	534.3					
60	424.4	539.1	451.8	415.4	447.5	412.6	291.5
65	432.6	544.4					
70	441.4	550.2	462.7	433.0	466.1	421.8	306.7
75	449.0	555.5					
80	457.5	561.2	475.6	454.3	483.4	440.0	322.9
85	469.4	567.5					
90	489.7	575.8	493.0	486.6	500.0	457.1	345.5
95	517.8	589.6	501.1	511.3	509.6	467.5	362.6
100	591.0	626.7	517.1	590.7	520.0	480.0	373.6

Simulación de procesos

Tipo de simulación HYSYS	Simplificada	Semirigurosa	Rigurosa
Paquete estadístico TPxy: EoS PR-SRK, Propiedades (assays)	Termodinámica consistente, Distribución de propiedades (calidades, contaminantes, rendimientos), Balances de masa y energía.		
Conversión (reactores)	Shift reactors	Cinéticas de reacción	Cinéticas de reacción
Separación (destilación)	Cortes estándar TBP	Cortes TBP, índices de mezcla, yield	Modelos de Transferencia
Transf. Energía (intercamb) Relación PF (bomba,comp)	Estimación de duty Estimación de delta P	Estimación de duty Estimación de delta P	Detalles geométricos internos Curvas de operación
Uso/Aplicación	Esquemas generales, Flasheo, condiciones TPxy, recorte de assays, Wide Model	Actualizar SMCs con Plantillas LP y Wide Model para estimación de margen económico	Ing. Procesos, Análisis de causa raíz (RCA), Diseños, hidráulica, dinámica de procesos.

Planeación de la producción

- Las herramientas de planificación emplean modelos LP para **optimizar** el plan, evaluando numerosos escenarios.
- Estos modelos son precisos en un rango operativo específico de la refinería.
- Cuando el rango operativo de la refinería cambia los modelos se desactualizan.
- Un modelo desactualizado reduce la eficacia de la optimización del plan lo que podría costar enormes pérdidas de beneficios



Actualización de modelos de planificación

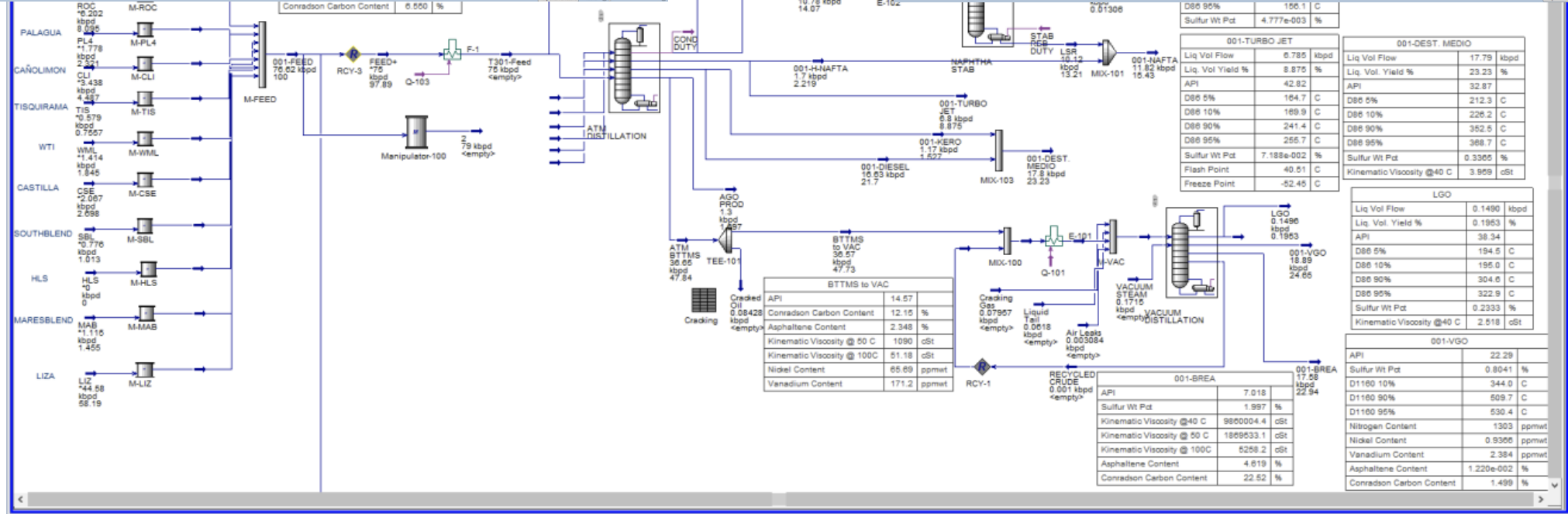
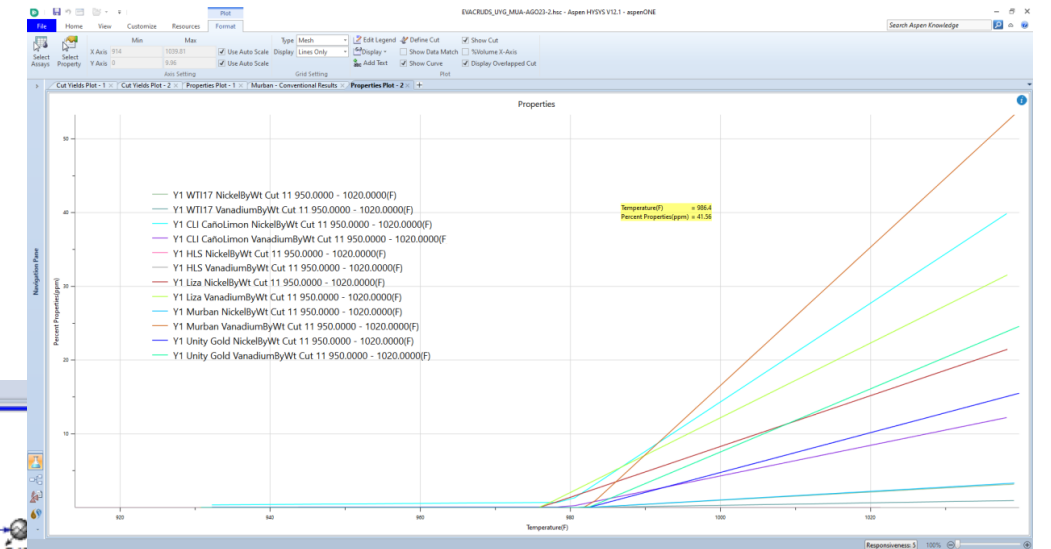
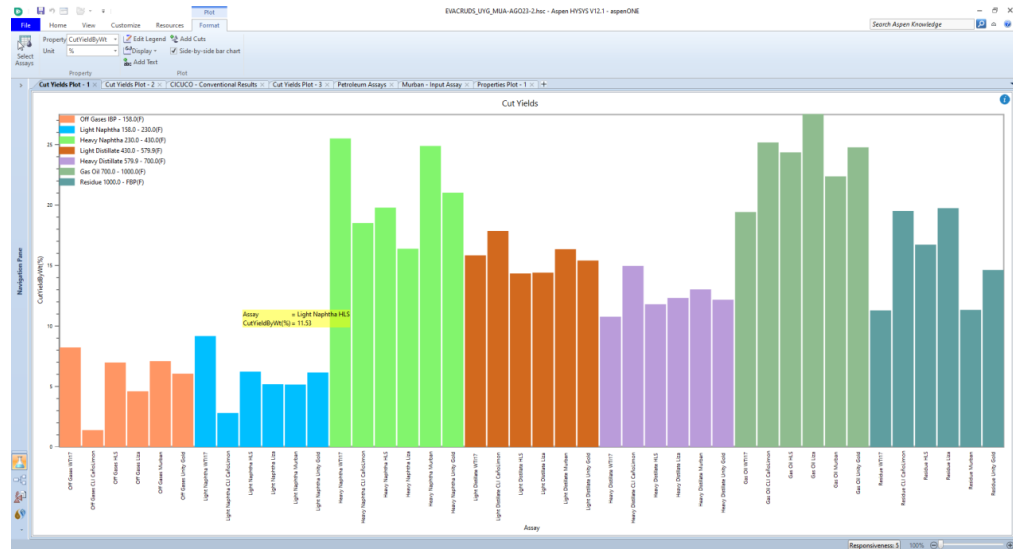
- Flujo de trabajo ágil para actualización de modelos, con actualizaciones frecuentes al cambiar el rango operativo de la refinería.
- El Software de simulación de procesos es una parte fundamental de esta solución.
- Comparten puntos en común como: herramienta de administración de Assays, modelos de destilación de crudo, integración con MS Excel.



Usos de modelos de simulación de procesos como soporte de modelos de planeación

Evaluación de Crudos en la Cargas a refinería.	Actualización de submodelos LP de Planeación basados en Simulación de Procesos	Cálculo de margen basado en simulación de procesos (Wide Model)	Recorte de Assays a partir de la simulación de procesos
Planeación y Simulación de Procesos comparten assays para Evaluar el desempeño en las unidades de crudo rigurosas	Simulación de procesos permite correr casos de estudio para actualizar los vectores base y deltas de los submodelos de Planeación, usando plantillas en MS Excel.	Con base en el modelo de Planeación se construye el modelo de la refinería en Simulación de Procesos y se usan modelos rigurosos de reactores para hacer evaluaciones de margen económico y optimización.	Con los modelos de simulación de procesos calibrados de las unidades de crudo se puede actualizar la información de los assays de las dietas.
Columnas de destilación rigurosa.	Simulaciones semirigurosas de las plantas de conversión	Wide Model usa las simulaciones semirigurosos de las plantas de conversión	Columnas de destilación rigurosa.

Evaluación de Crudos



Actualización de submodelos LP

The screenshot displays the Aspen PIMS V12.1 interface. On the left, a process flow diagram shows various units and streams. The central window shows a spreadsheet titled 'TABLE SHCU - Hydrocracker Cartagena Refinery'. The right window displays the 'Process Submodel Summary' table.

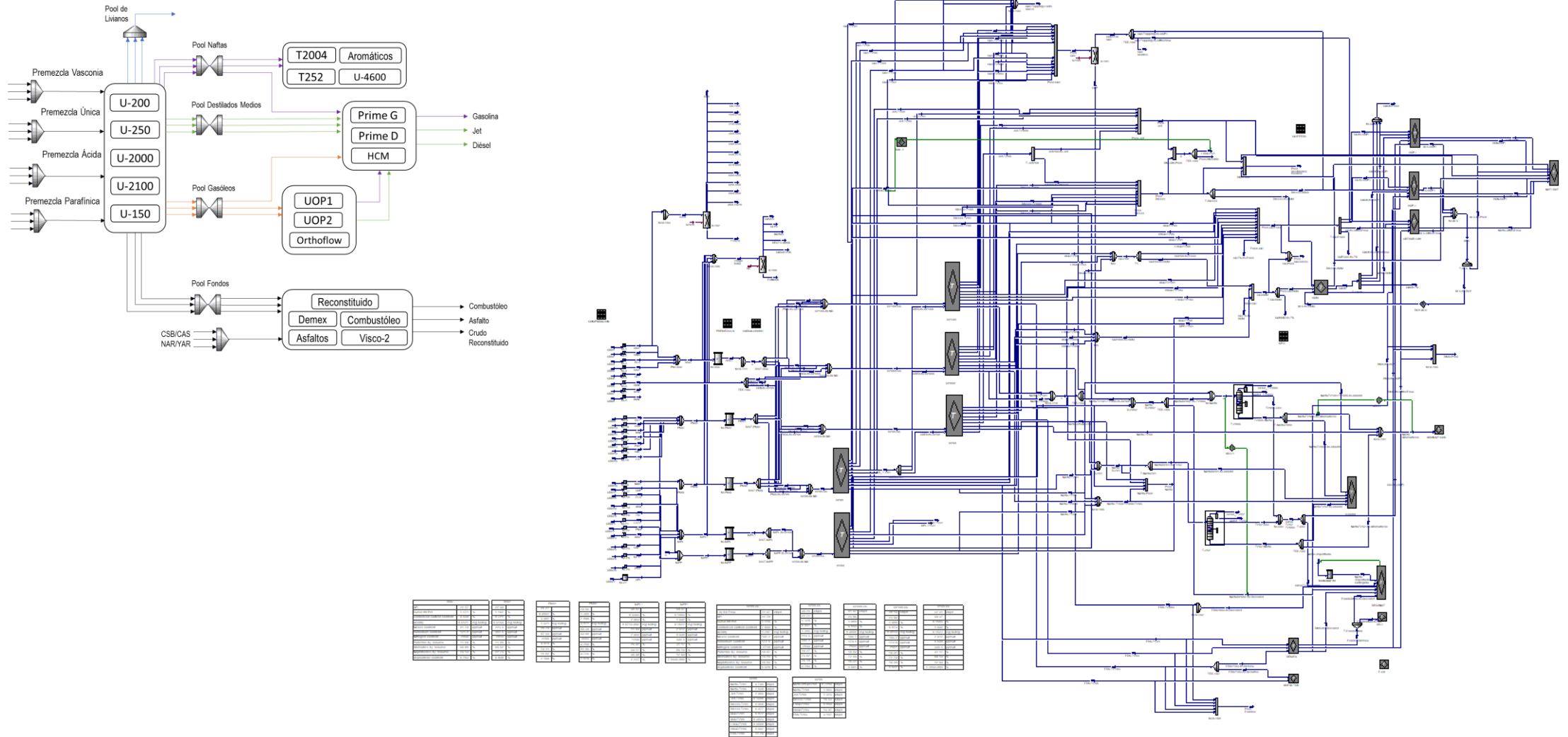
TABLE SHCU - Hydrocracker Cartagena Refinery

UNIT	FEED	PRODUCT	Flow Rate (MTON/Day)
17	Free column		1
18	SHCU		3
19	HCK Feed		3
20	HCK Purge Gas		7
21	HCK LPG		8
22	HCK LT Naphtha		11
23	HCK Heavy		12
24	HCK Diesel		13
25	HCK Bleed		14
26	Loss		15
27	SHCU		16
28	SHCU		17
29	SHCU		18
30	SHCU		19
31	SHCU		20
32	SHCU		21
33	SHCU		22
34	SHCU		23
35	SHCU		24
36	SHCU		25
37	SHCU		26
38	SHCU		27
39	SHCU		28
40	SHCU		29
41	SHCU		30
42	SHCU		31
43	SHCU		32
44	SHCU		33
45	SHCU		34
46	SHCU		35
47	SHCU		36
48	SHCU		37
49	SHCU		38
50	SHCU		39
51	SHCU		40
52	SHCU		41
53	SHCU		42
54	SHCU		43
55	SHCU		44
56	SHCU		45
57	SHCU		46
58	SHCU		47
59	SHCU		48
60	SHCU		49
61	SHCU		50
62	SHCU		51
63	SHCU		52
64	SHCU		53
65	SHCU		54
66	SHCU		55
67	SHCU		56
68	SHCU		57
69	SHCU		58
70	SHCU		59
71	SHCU		60
72	SHCU		61
73	SHCU		62
74	SHCU		63
75	SHCU		64
76	SHCU		65
77	SHCU		66
78	SHCU		67
79	SHCU		68
80	SHCU		69
81	SHCU		70
82	SHCU		71
83	SHCU		72
84	SHCU		73
85	SHCU		74
86	SHCU		75
87	SHCU		76
88	SHCU		77
89	SHCU		78
90	SHCU		79
91	SHCU		80
92	SHCU		81
93	SHCU		82
94	SHCU		83
95	SHCU		84
96	SHCU		85
97	SHCU		86
98	SHCU		87
99	SHCU		88
100	SHCU		89
101	SHCU		90
102	SHCU		91
103	SHCU		92
104	SHCU		93
105	SHCU		94
106	SHCU		95
107	SHCU		96
108	SHCU		97
109	SHCU		98
110	SHCU		99
111	SHCU		100

Process Submodel Summary

Process Feeds	Units	Units/DAY	Vol% Units	Units/DAY	WT%	PI Value
HYD Make-Up Hydrogen	KSCF	60,404	100.00	146	3.26	-2.0464**
Total		60,404	100.00	146	3.26	
MV+ MVGO Feed from inv	BBSL	0	0.00	0	0.00	-116.1380**
MVG MVGO	BBSL	23,328	79.56	3,424	76.35	-114.5267**
GA3 GASOIL CDU3(Long ter	BBSL	0	0.00	0	0.00	-114.2100**
KHG Coker Hvy Gas Oil	BBSL	3,001	10.24	469	10.45	-121.1351**
FLC Lt Cycle Oil	BBSL	2,955	10.08	439	9.79	-150.1381**
FHC Hvy Cycle Oil	BBSL	38	0.13	6	0.14	-166.3727**
MV Import MVGO	BBSL	0	0.00	0	0.00	-116.1248**
HF+ HCK Feed from Inv	BBSL	0	0.00	0	0.00	-114.4060**
Total		29,323	100.00	4,339	96.74	
Total Weight				4,485	100.00	
Process Yields						
H2S H2S	KSCF*	49		2	0.04	-1.9707**
HPC HCK Purge Gas	KSCF*	4,521		28	0.63	-3.8429**
HLP HCK LPG	BBSL	1,195	4.08	111	2.48	-40.8507**
HLN HCK Lt Naphtha	BBSL	1,909	6.51	204	4.54	-158.8419**
HHN HCK Hvy Naphtha	BBSL	2,901	9.89	346	7.72	-126.9632**
HKE HCK Kerosene	BBSL	11,568	39.45	1,505	33.55	-147.6374**
HLG HCK Diesel	BBSL	15,660	53.41	2,125	47.38	-139.8698**
HHG HCK Bleed	BBSL	317	1.08	44	0.98	-117.8930**
LSS Refinery Loss	BBSL	0	0.00	120	2.68	0.0000**
Total		33,551	114.42	4,485	100.00	
Utilities Used/Produced						
FUL Fuel, FOE tn		95		401,000		38,079
KWH Power, KWH		489,116		0.150		73,367

Cálculo de margen basado en simulación de procesos



Unit	Flow	Value	Unit	Flow	Value	
U-200	Feed	1000	U-250	Feed	500	
	Distillate	800		U-2000	Feed	200
	Bottoms	200			U-2100	Feed
U-150	Feed	100	UOP1			Feed
	Distillate	80		UOP2		Feed
	Bottoms	20			Orthoflow	Feed
T2004	Feed	20	T252			Feed
	Distillate	15		U-4600		Feed
	Bottoms	5			Prime G	Feed
Prime D	Feed	10	HCM			Feed
	Distillate	8		Reconstituido		Feed
	Bottoms	2			Demex	Feed
Combustóleo	Feed	3	Asfaltos			Feed
	Distillate	2		Visco-2		Feed
	Bottoms	1			CSB/CAS	Feed
NAR/YAR	Feed	2	Final Products			Output
	Distillate	1		Gasolina		40
	Bottoms	1		Jet	20	
			Diésel	40		

Recorte de Assays a partir de la simulación de procesos

The screenshot displays the Aspen HYSYS V12.1 Assay Management interface. The left pane shows the 'Assay Details' for 'Murban '18 (41.07 API, 0.78 Sul WT%)'. The right pane shows the 'Input Assay' configuration with a table of distillation data for six cuts.

Property	Unit	WC	GAS	NAP1	NAP2	KERO	LDIST	HDIST	ARES	LVGO
Initial Boiling Pt	deg C	--	IBP	15	85	175	250	300	360	360
End Boiling Pt	deg C	--	15	85	175	250	300	360	EBP	450
Cut Yield (Vol%)	LV%	100.00	2.32	8.35	20.59	15.62	9.78	11.36	31.98	13.32
Cut Yield (Wgt%)	WT%	100.00	1.61	6.71	18.83	15.32	9.93	11.90	35.69	14.42
API Gravity	API	41.07	116.17	83.54	57.32	44.54	38.51	33.47	23.23	28.00
Specific Gravity (@60F)	--	0.8199	0.5713	0.6580	0.7494	0.8038	0.8323	0.8577	0.9145	0.8871
Density @15 deg C	KG/L	0.8195	0.5713	0.6579	0.7492	0.8034	0.8319	0.8573	0.9140	0.8866
K-Factor	--	12.25	13.75	12.78	11.97	11.85	11.90	11.91	12.02	11.94
Molecular Weight	--	192	65	87	116	112	222	274	442	345
Hydrogen	WT%	13.6	17.4	16.2	14.6	14.3	13.6	13.2	12.3	12.9
Sulfur	WT%	0.780	0.000	0.006	0.012	0.093	0.382	0.912	1.729	1.346
Mercaptan Sulfur	ppm	42	0	27	55	60	52	53	28	46
Nitrogen	ppm	332.9	0.0	0.0	0.0	0.3	8.4	66.8	908.2	350.1
Basic Nitrogen	ppm	130.1	0.0	0.0	0.2	1.9	21.5	75.9	332.2	141.5
Research Octane clear	--	--	97.2	69.1	45.7	21.9	3.5	--	--	--
Motor Octane clear	--	--	91.9	68.4	44.0	20.2	2.8	--	--	--
Flash Point	deg C	--	-104	-51	3	67	112	148	225	194
Reid Vapor Pressure	kPa	35.16	498.30	74.40	6.08	0.17	0.01	--	--	--
Paraffins (Total) Vol	LV%	--	100.0	89.9	61.7	39.6	32.2	27.0	22.4	21.7
Iso-Paraffins Vol	LV%	--	29.32	41.11	27.73	3.64	6.69	--	--	--
n-Paraffins Vol	LV%	--	70.68	48.76	33.99	35.97	25.54	--	--	--
Naphthenes Vol	LV%	--	0.0	9.2	22.7	33.1	35.7	36.5	33.3	36.4
Aromatics Vol	LV%	--	0.0	1.0	15.6	27.3	32.0	36.5	44.3	41.8

Input Summary	Pure Component	Distillation Data	Option					
		Cut 1	Cut 2	Cut 3	Cut 4	Cut 5	Cut 6	Cut
Initial Temperature: (F)	IBP	59.0000	185.0000	347.0000	482.0000	572.0000	680.0000	€
Final Temperature: (F)	59.0000	185.0000	347.0000	482.0000	572.0000	680.0000	€	€
CutYieldByWt (%)		1.61	6.71	18.83	15.32	9.93	11.90	
StdLiquidDensity (API)		116.1688	83.5444	57.3196	44.5422	38.5054	33.4683	
SulfurByWt (%)		0.006	0.012	0.093	0.382	0.912	1.729	
KinematicViscosity (cSt...)		0.401	0.662	1.332	2.723	5.915		
ParaffinsByVol (%)		89.870	61.720	39.610	32.230	27.040		
NaphthenesByVol (%)		9.160	22.690	33.110	35.720	36.480		
OlefinsByVol (%)								
AromByVol (%)			0.970	15.580	27.270	32.050	36.480	
PourPoint (F)		-179.194	-117.562	-46.606	6.044	48.380		
FreezePoint (F)		-172.498	-110.740	-40.270	12.596	56.822		
CloudPoint (C)		-115.170	-80.840	-39.790	-12.510	12.080		
SmokePt (mm)		51.44	28.61	21.55	17.94	14.27		
NitrogenByWt (ppm)		0.000	0.000	0.325	8.371	66.798		
VanadiumByWt (ppm)								
ConradsonCarbonByWt...								
RONClear		97.20	69.10	45.70	21.90	3.50		
MONClear		91.90	68.40	44.00	20.20	2.80		
TotalAcidNumber (mg...				0.016	0.037	0.054	0.072	
CetaneIndex - ASTM-D...				37.99	47.74	57.63	62.97	
KinematicViscosity (cSt...					0.595	1.027	1.794	
NickelByWt (ppm)								
AsphalteneByWt (%)								
FlashPoint (C)		-51.000	3.000	67.000	112.000	148.000		

Actualización de submodelos LP (Planeación) basados en Simulación de Procesos

- ¿En qué casos se requiere una actualización de submodelos de Planeación?
 - Cambios de operación en plantas de conversión por reposición de catalizador,
 - Nueva orientación de producción (estacional, de mercado)
 - Restricciones operativas previstas en el mediano o largo plazo
- ¿Qué se necesita?
 - Datos entrada.
 - Simulación de procesos.
 - Submodelos de plantas.

Input	Proceso de actualización (basado en simulación de procesos)	Output
Datos de planta (Test Run, Históricos, Diseño).	Preparar datos y rangos de variables para representar condición operativa (rendimientos y calidades).	Validación de datos y carga a simulación de procesos.
Simulación Semi-rigurosa (Simulación de procesos).	Asegurar variables de estudio y correr caso de simulación (bases, deltas).	Simulación calibrada y caso de estudio.
Estructura submodelo Planeación (MS Excel).	Configurar plantilla con estructura de submodelo.	Submodelo de Planeación actualizado.

Actualización de modelos de planificación

- Existen casos de empresas que han aumentado su margen de beneficios hasta en un 12% manteniendo actualizados los modelos de planificación y programación.
- Se puede lograr un incremento en la precisión de los modelos de planeación de hasta un 98% con la implementación de este flujo entre modelos.
- Aumentar hasta en un 85% la rapidez para evaluación de materia prima.
- Disminuir los óptimos locales en los resultados de la planeación.



MUCHAS GRACIAS.

mperez@ist-internacional.com.co

jcastillo@ist-internacional.com.co

(+57) 601-328-8830



Innovarpel 2023

Digitalización y Ciberseguridad
en la Industria del Oil&Gas

Hotel Colón | Quito, Ecuador

21 y 22 de noviembre de 2023

ORGANIZA



ASOCIACIÓN DE EMPRESAS DE
PETRÓLEO, GAS Y ENERGÍA RENOVABLE
DE AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

REALIZA

