

*2do Simposio Itinerante
Petrolero Energético para Universitarios*

**Cálculo de la producción
“PRODUCTION BACK ALLOCATION”**

Ing. Nelson Cabrera Maráz, Msc
N@Plus_roneven@cotas.com.bo

UPSA

Octubre 2016

Aspectos Básicos

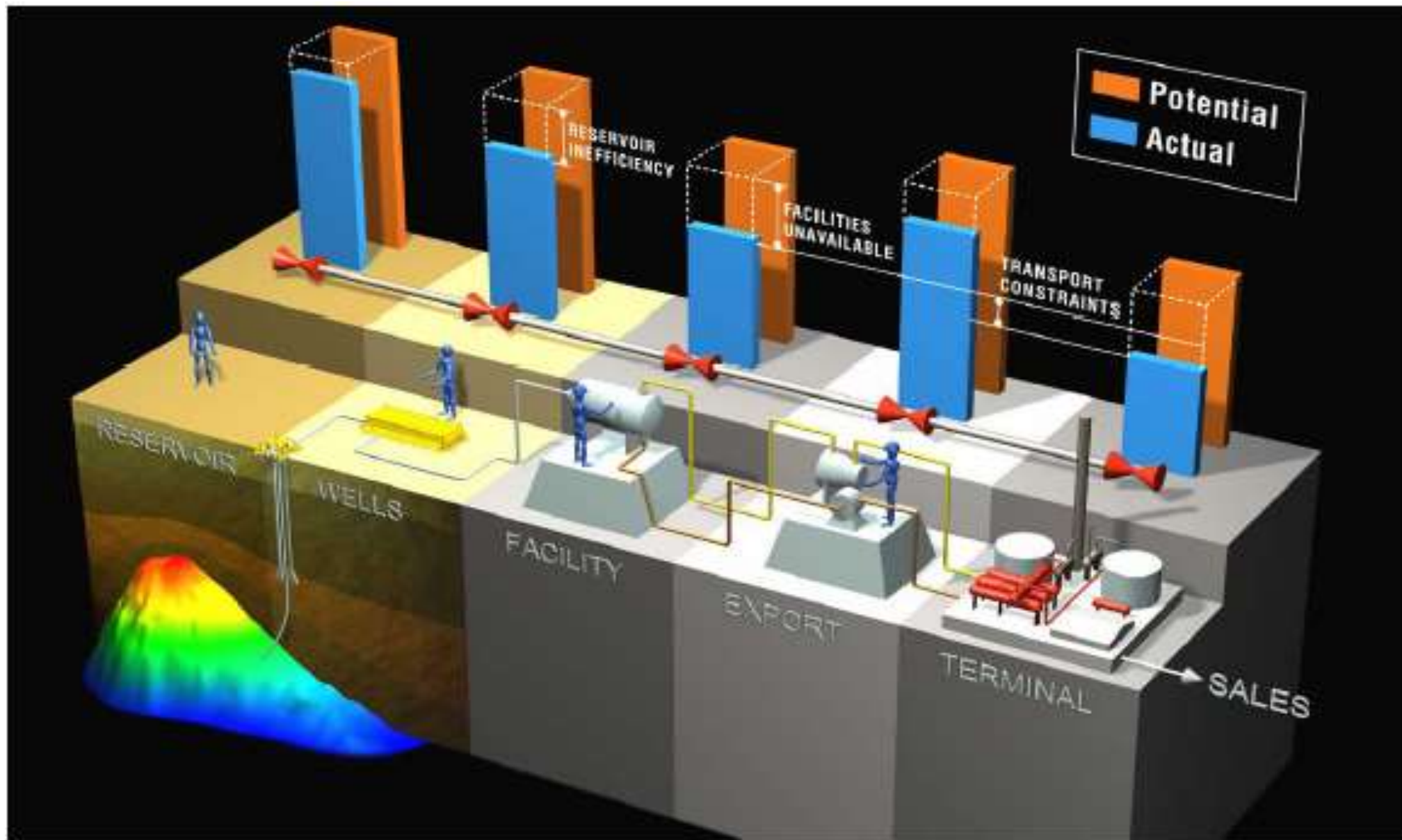
- Principios Generales
- Objetivos de la Contabilidad
- Asignación y Balances
- Propiedades de los fluidos
- El sistema de flujo de producción
- Contabilidad de la producción
 - Pozo-Líneas y pruebas
 - Las baterías
 - Las plantas
 - Otras facilidades

El cálculo de los volúmenes de petróleo, gas y agua, es muy importante para el manejo de los pozos y reservorios. El proceso Production Allocation ayuda a establecer: Aportes adecuados de volúmenes de producción desde el reservorio o pozo a la terminal, Mejora la explotación y los pronósticos y asiste a la optimización del sistema de producción.

Objetivos

- **Asignar** la producción de petróleo, gas y agua a los pozos-lineas
- **Asignar** los volúmenes y calidades de productos a los reservorios
- **Actualizar** los historiales de producción de los pozos, reservorios y del campo
- **Estimar** las regalías en base a los volúmenes calculados

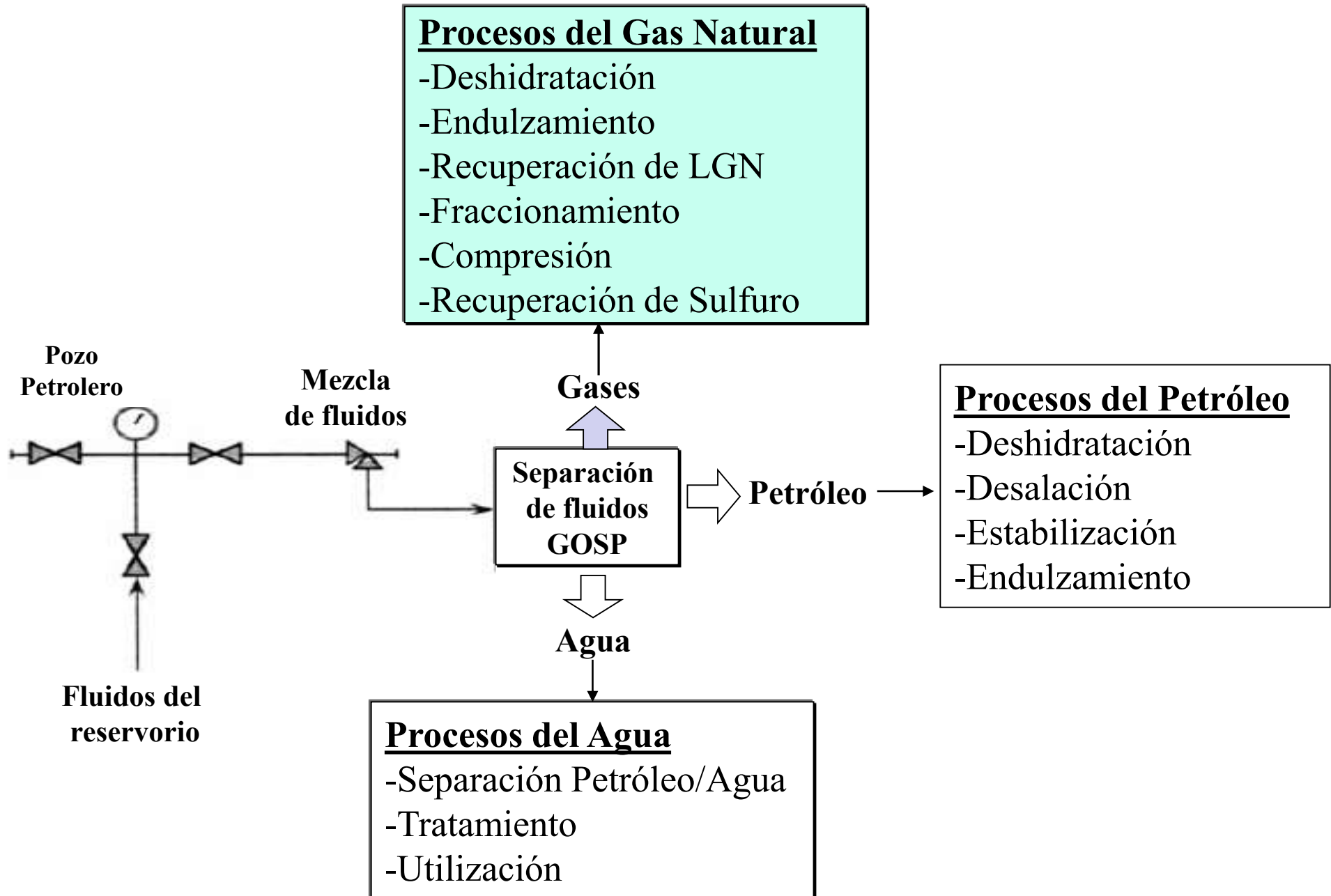
Explotación: POZO, RESERVORIO y CAMPO



Producción de Pozo-Líneas

- La corriente fluyente de un pozo-línea es un fluido
- Las corrientes después de la adecuación del fluido son: petróleo o condensado, gas y agua
- Para un manejo adecuado de los recursos hidrocarburíferos es importante conocer los volúmenes y calidades de los fluidos producidos por cada pozo-línea.

Operaciones de superficie en un campo



Regalías e Historiales de producción

- Las regalías se basan en los volúmenes y calidades de petróleo o condensado, gas y líquidos del gas
- Los pronósticos de producción se elaboración con los datos de la producción de los pozos-líneas
- La predicción del comportamiento y la simulación numérica se basan en la asignación volumétrica de la producción a los reservorios.

Objetivos

- Verificar que los métodos de medición y asignación del productor sean los correctos
- Verificar que la recolección de datos, cálculos e informes sean los adecuados.

Requisitos

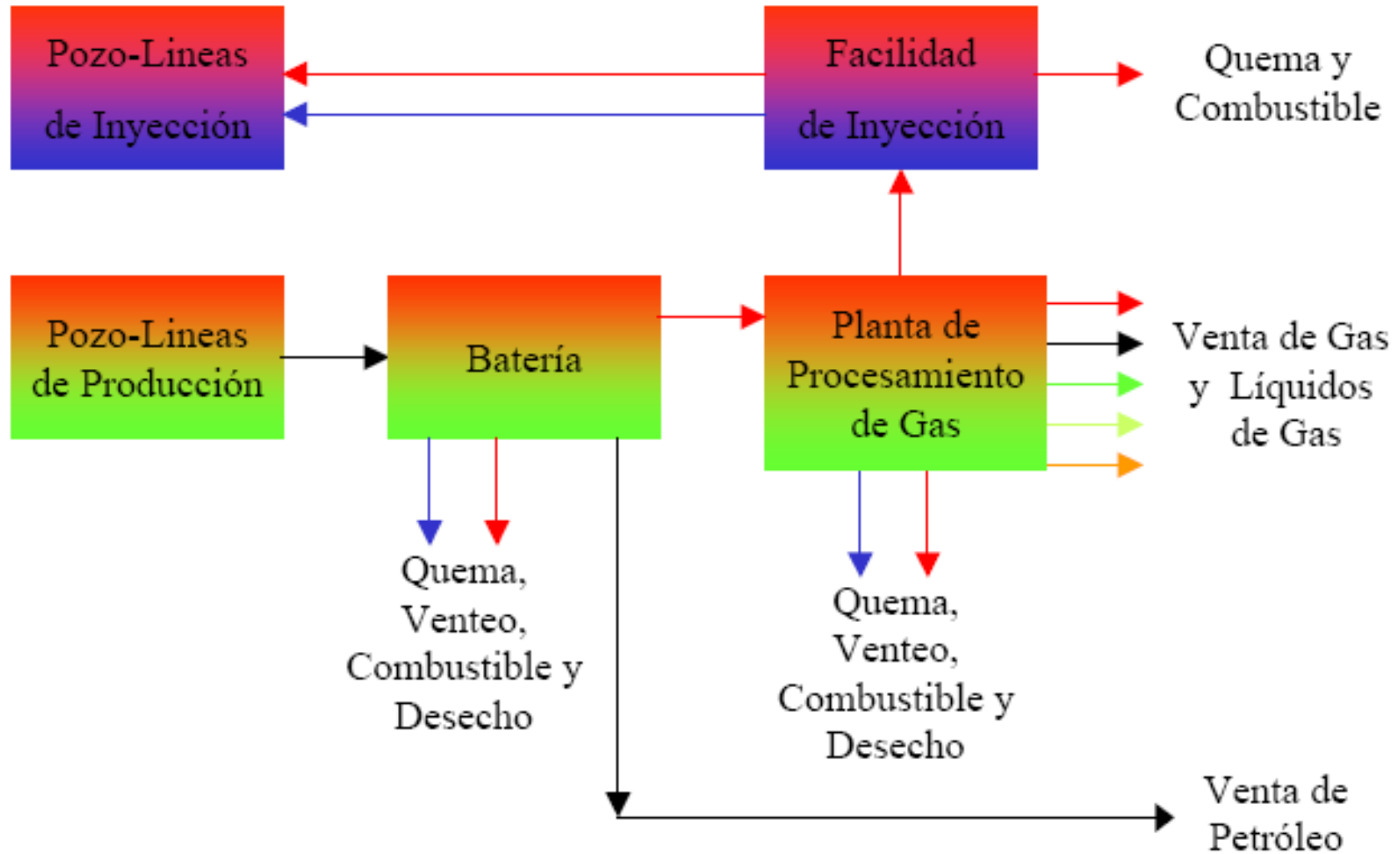
- Para realizar los cálculos de asignación de producción y balances, se debe tener:
 - Elementos del sistema de flujo y puntos de medición bien definidos
 - Análisis de los fluidos para determinar las calidades, y hacer balances de volúmenes, energías y masas
 - Normas de medición y asignación consistente con el sistema de contabilidad y certificación
 - Normas de notificación para la verificación a nivel de detalle requerido por la autoridad de fiscalización.

Separación y Procesamiento

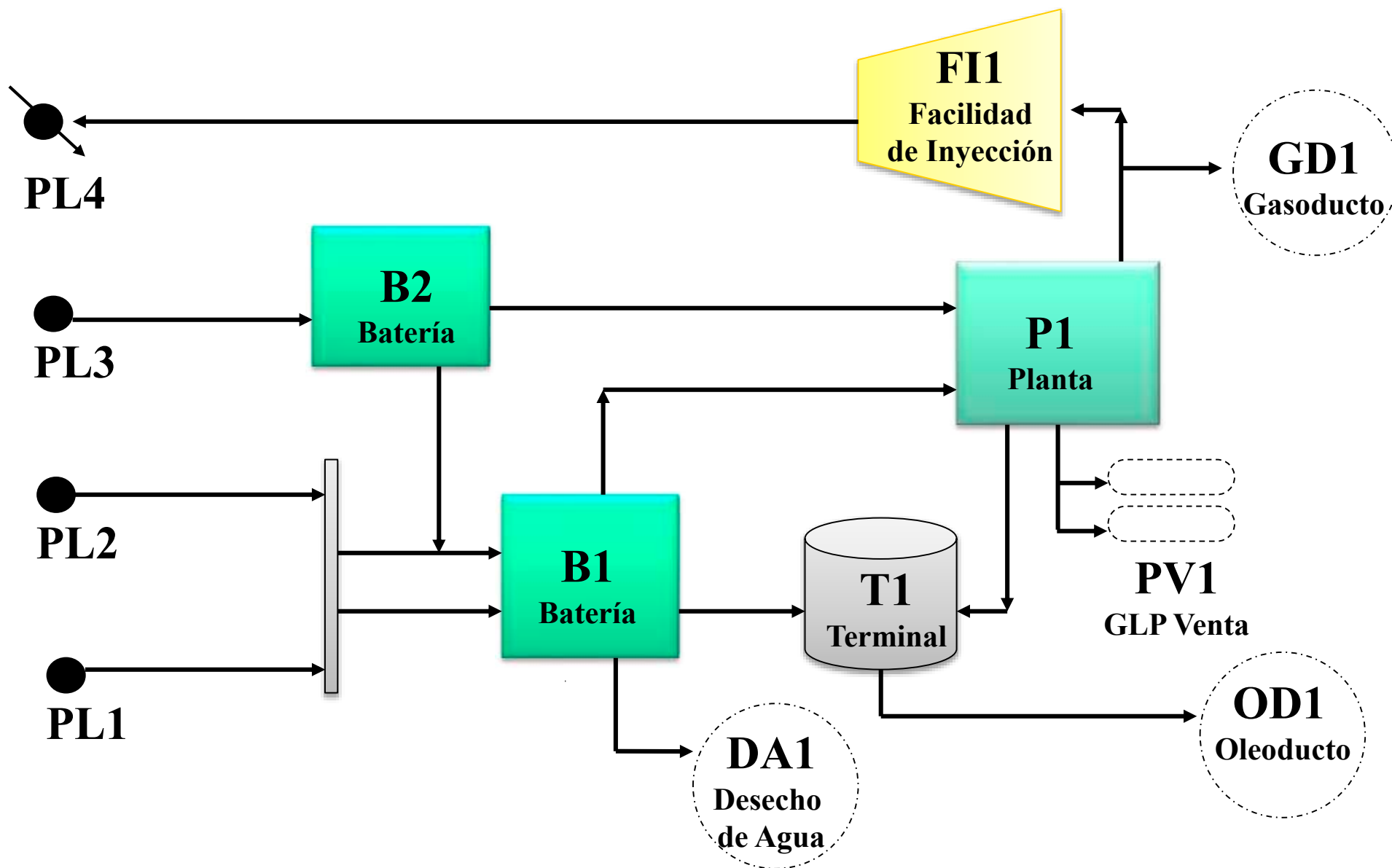
- Los métodos de contabilidad de la producción deben corresponder al sistema de flujo y medición
- Las normas internacionales se basan en un modelo del sistema de flujo.

EL SISTEMA DE FLUJO DE PRODUCCION

Diagrama del Sistema



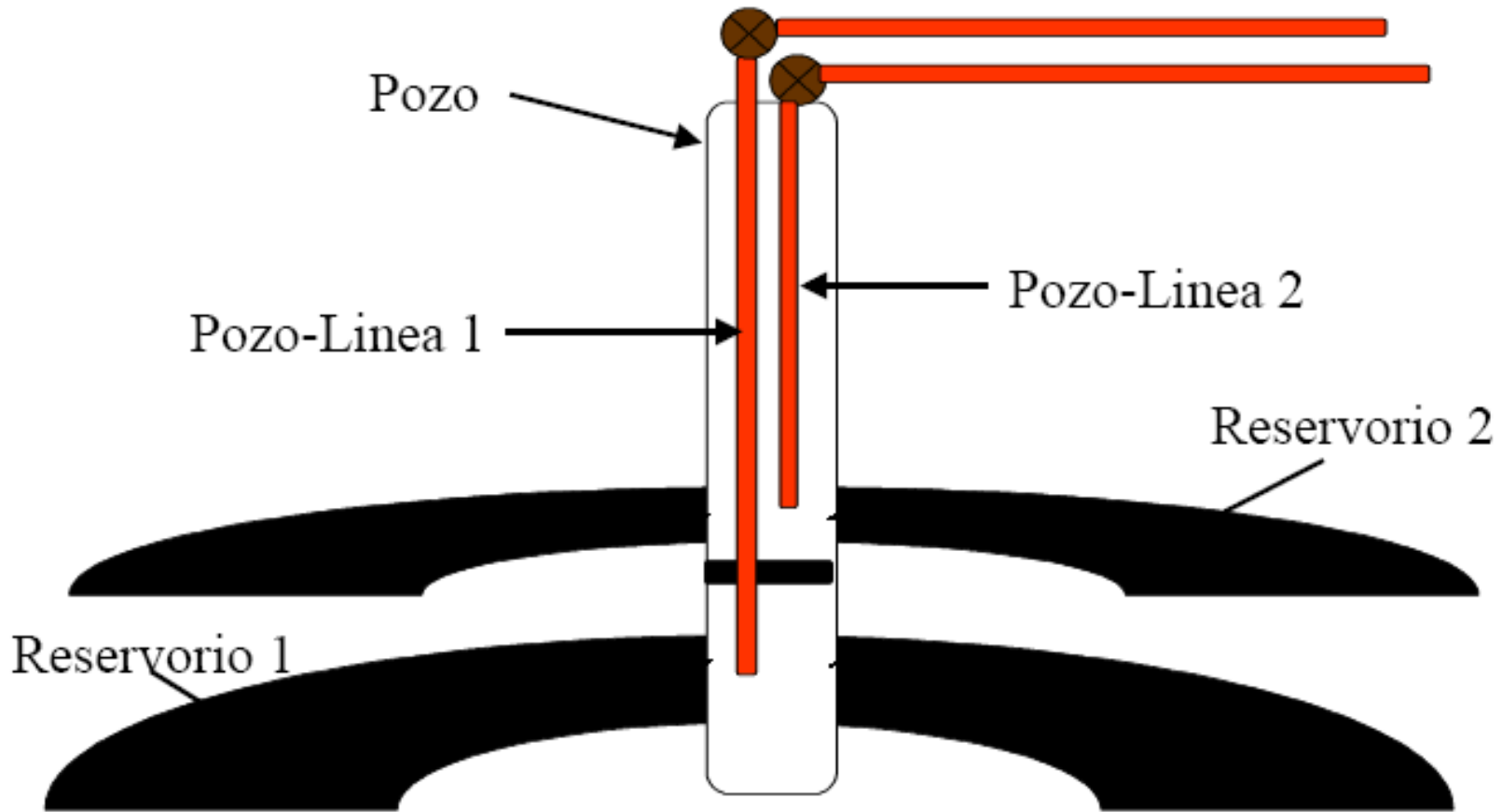
SISTEMA DE FLUJO GENERAL



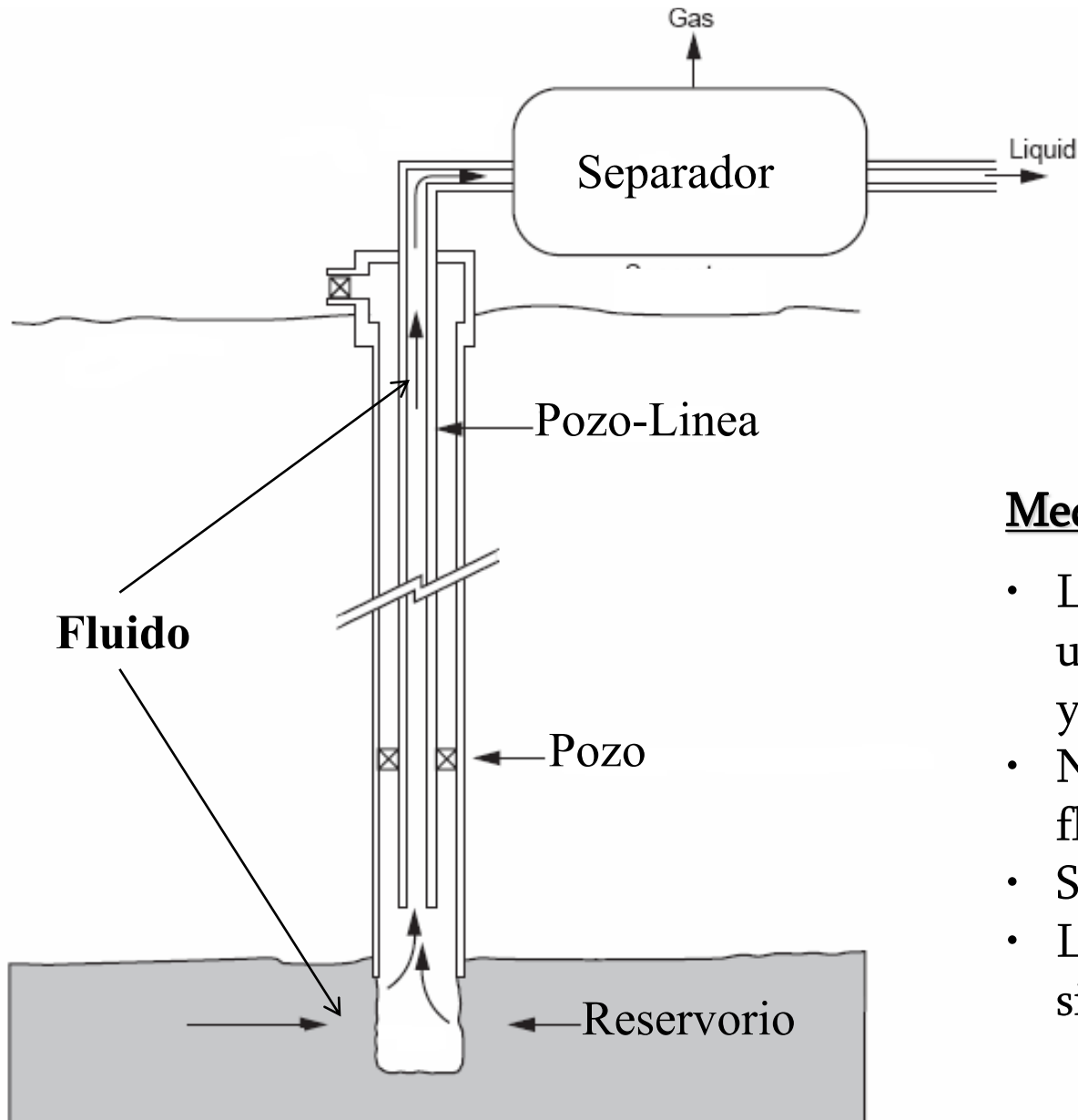
Elementos del Sistema

- Pozo-Líneas
- Baterías
- Plantas de procesamiento de gas
- Facilidades de inyección
- Terminales
- A veces los ductos entre los elementos mayores son importantes, pero ellos debe ser tratados como otros elementos para la asignación y balances. En estos casos, deben haber medidores a la entrada y salida del ducto.

POZO-LINEAS



POZO-LINEA (PL)

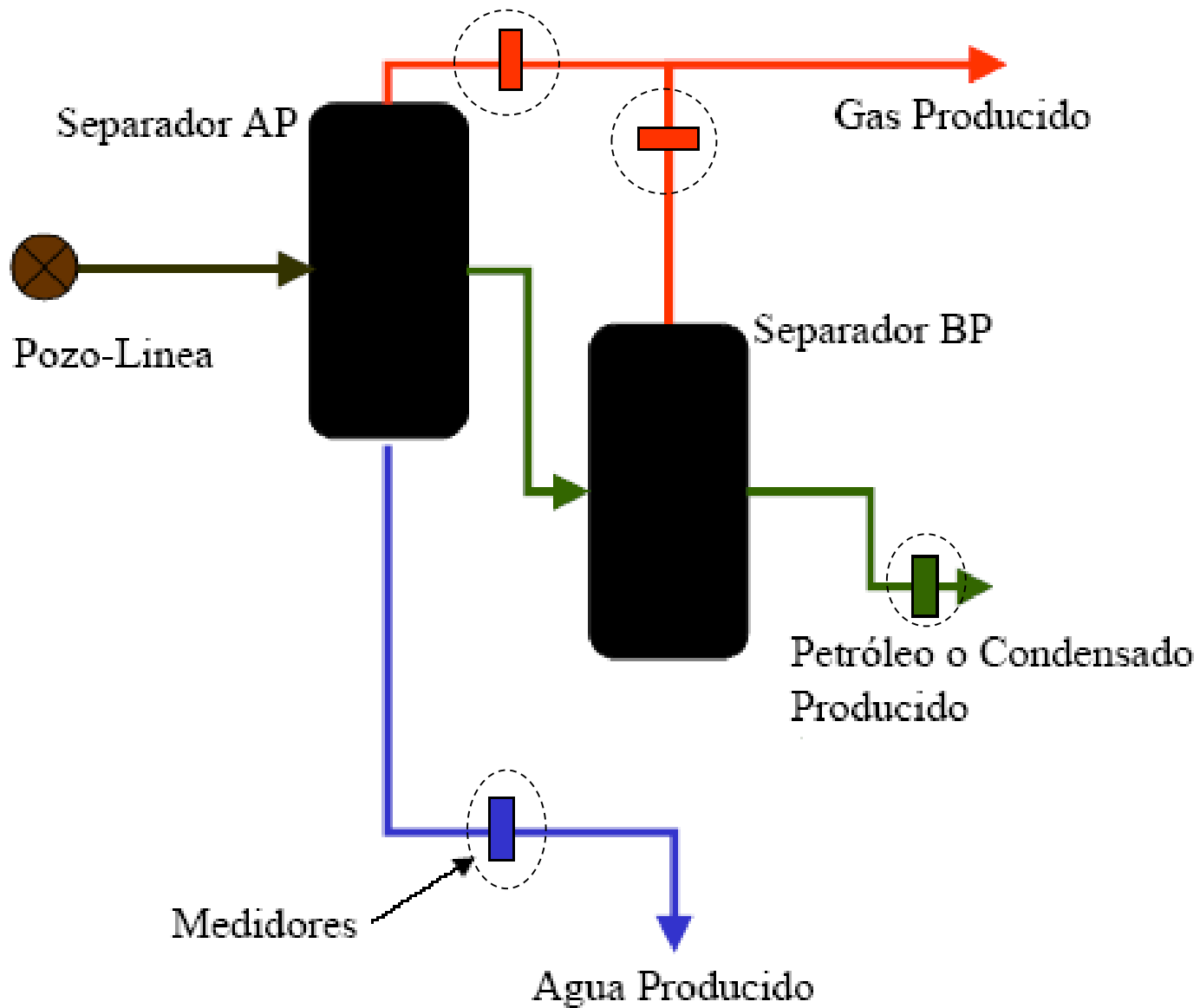


Medición de la producción

- La producción que sale de un PL es una mezcla de gas, petróleo y agua, y sedimentos (fluidos)
- No se puede medir una mezcla de fluidos en fases diferentes
- Se debe separarlos para medirlos
- La primera medición ocurre en el sistema de separación

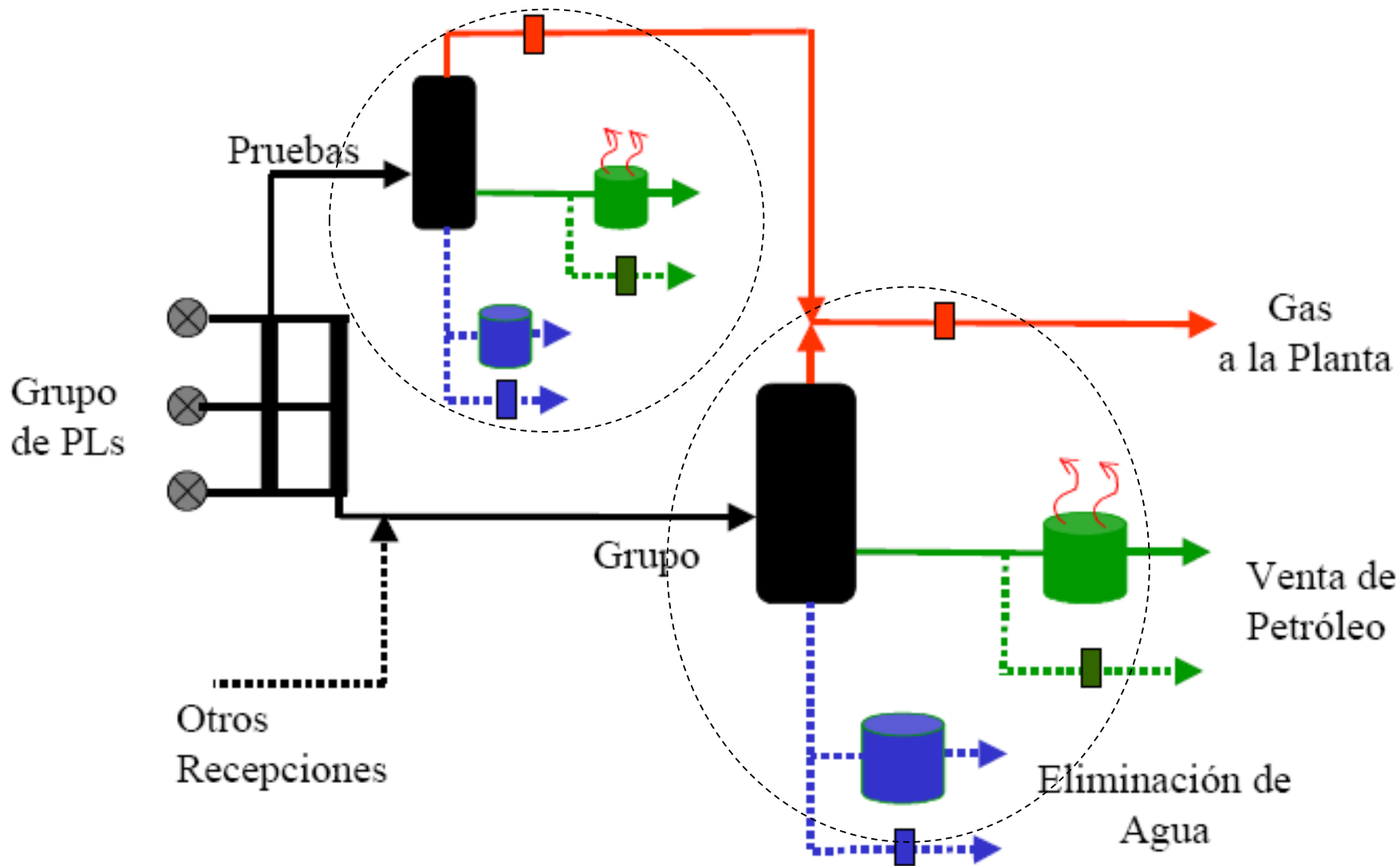
- La producción de fluidos se separa en petróleo o condensado, gas y agua
- Cada uno de los fluidos es medido
- La producción de petróleo, condensado y agua para cada pozo-línea se registra en los medidores a la salida de la batería.

BATERIA SIMPLE



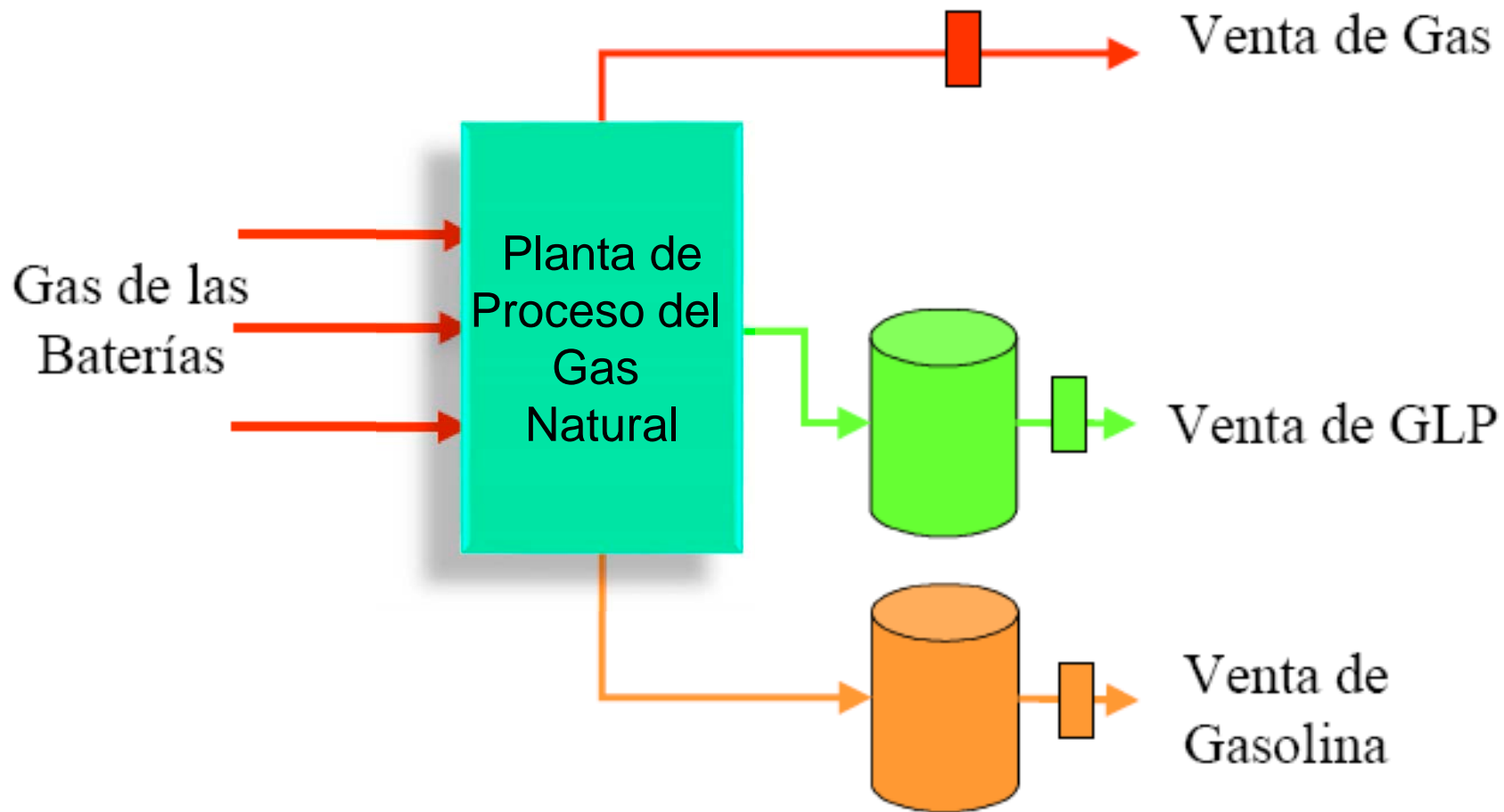
- Frecuentemente muchos pozos-líneas (PL) producen al mismo tiempo a una batería
- En estos casos, se *estima la producción de cada PL por medio de las pruebas*
- Después se asigna la producción total de la batería a cada PL basada en esas estimaciones
- Una batería tiene dos tipos de Separación: Una para las pruebas y otra para el grupo.

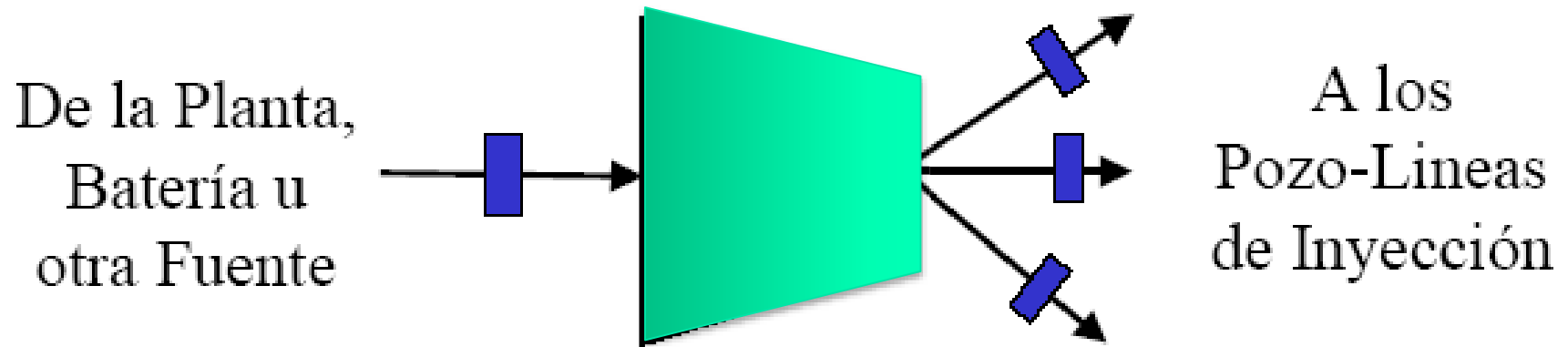
BATERIA



- Normalmente el petróleo que sale de la batería está listo para entrega o venta
- El agua está lista para su eliminación, tratamiento o disposición
- EL gas necesita procesamiento y a veces, el condensado y/o la gasolina necesitan estabilización antes de la entrega o venta
- Esto ocurre en la planta de gas.

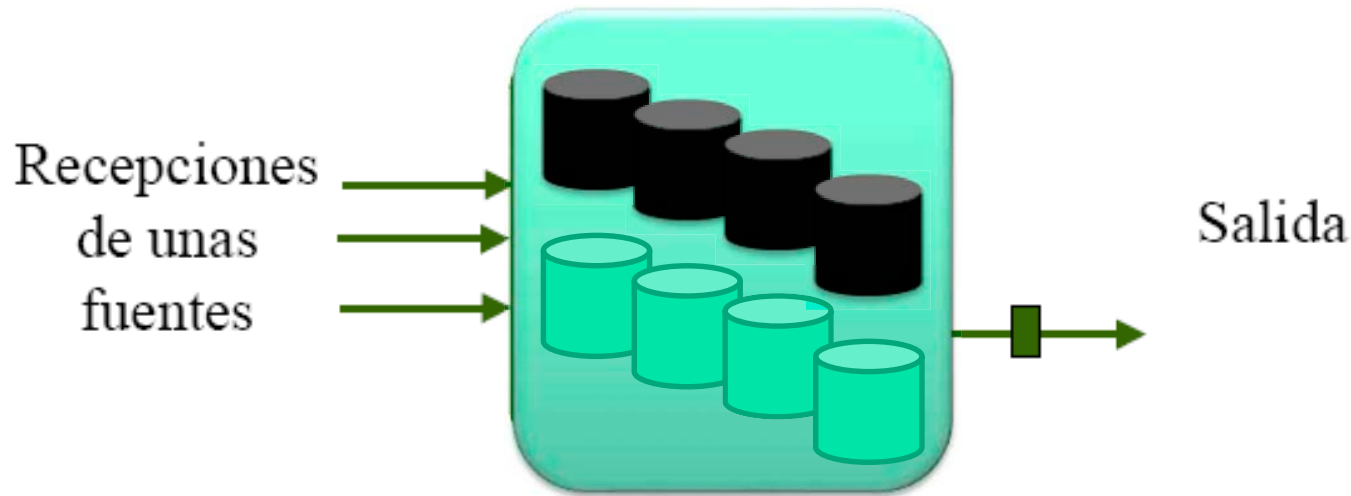
- En la planta, el gas recibido es procesado para que las propiedades del gas sean aceptables para transportarlo por medio de los gasoductos y recuperar los líquidos del gas, los cuales tienen más valor separados y en fase líquido
- Hay cambios en fases de diferentes componentes de la corriente de flujo de gas en la planta
- Los productos normalmente salen de la planta listos para su entrega.





La facilidad de inyección

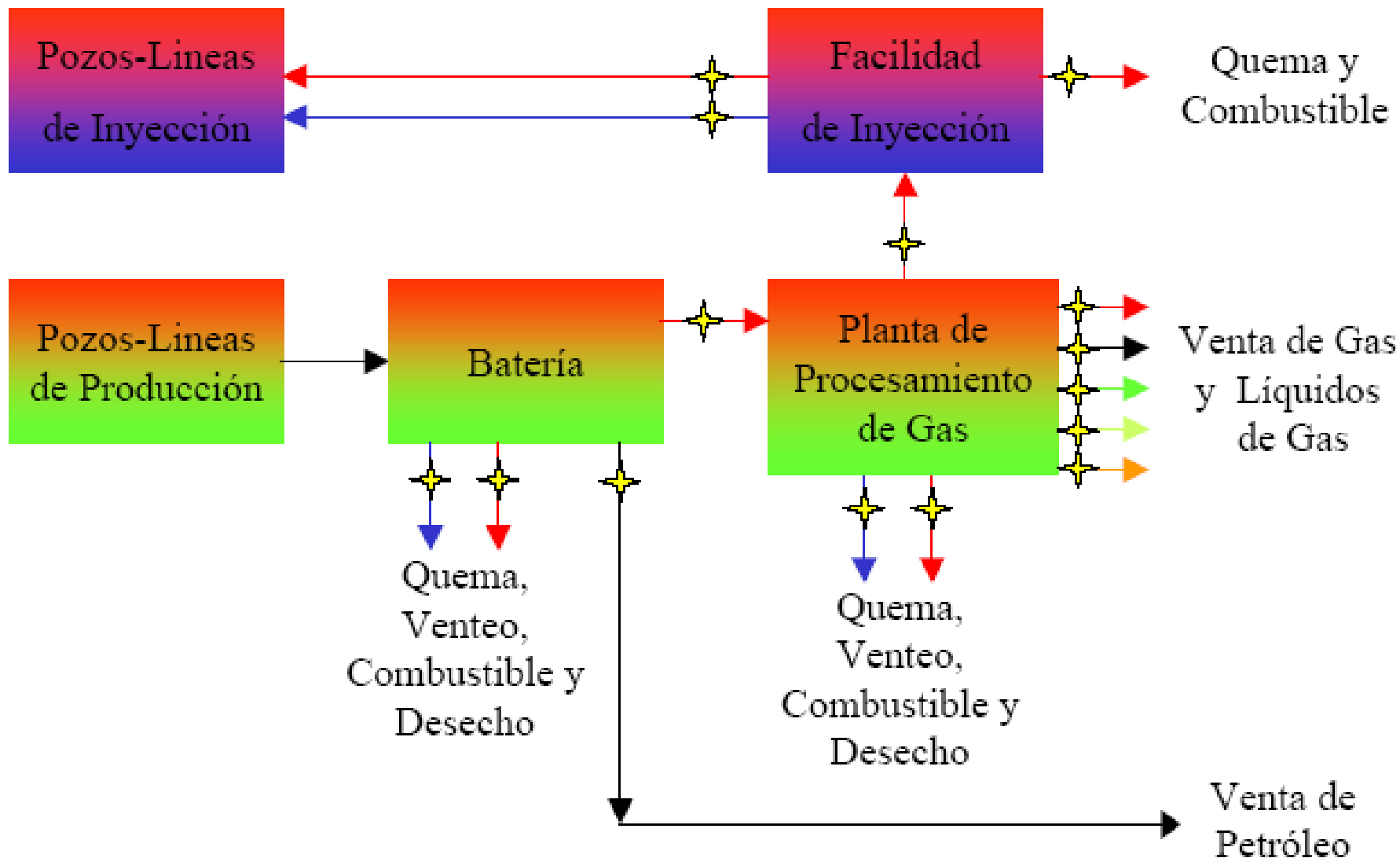
- A veces es necesario devolver los productos al reservorio
- Una facilidad de inyección normalmente recibe los fluidos como agua o gas, de una u otras facilidades, como baterías y plantas, se presurizan con el uso de compresores o bombas para la inyección en uno o más PLs



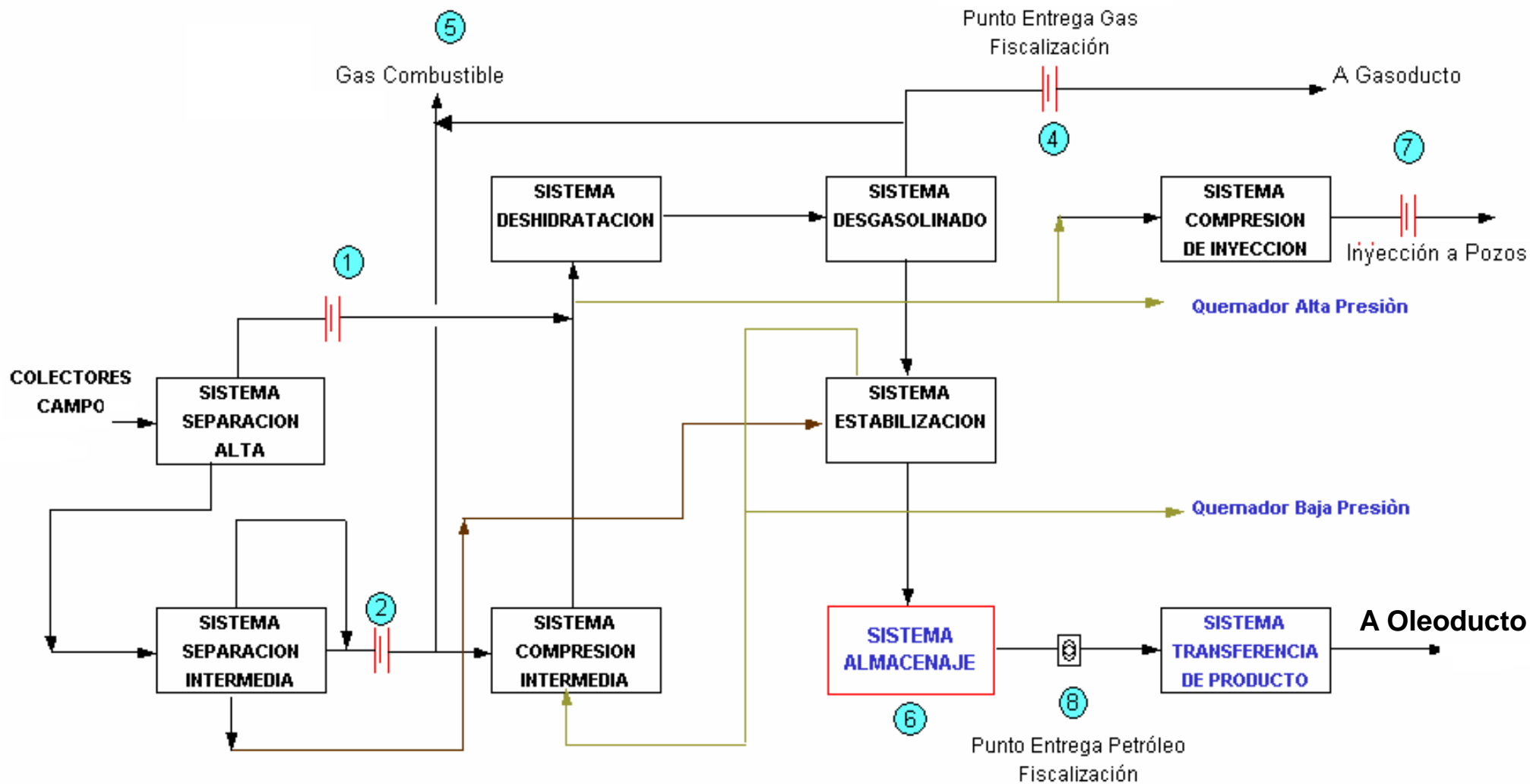
- Una terminal es una facilidad, en la cual los fluidos son recibidos de las fuentes, normalmente en condiciones aceptables para venderlos, y son almacenados por unas horas o días antes de transportarlos al mercado.
- La facilidad tiene varios tanques sobrecargados o no para almacenar los líquidos, que puede ser petróleo, condensado o gasolina natural.

- En el sistema de flujo hay medidores y/o tanques a las salidas de cada elemento para medir todos los fluidos que salen
- A veces, los volúmenes de las quemas, los venteos y los desechos son muy pequeños o, por otra razón difíciles de medir, entonces se debe estimar por los métodos recomendados por ingeniería
- Es muy importante, si se quiere verificar la exactitud de los medidores y los procedimientos de contabilidad, NO se debe usar las diferencias entre corrientes medidas para calcular las corrientes no medidas.

PUNTOS DE MEDICION



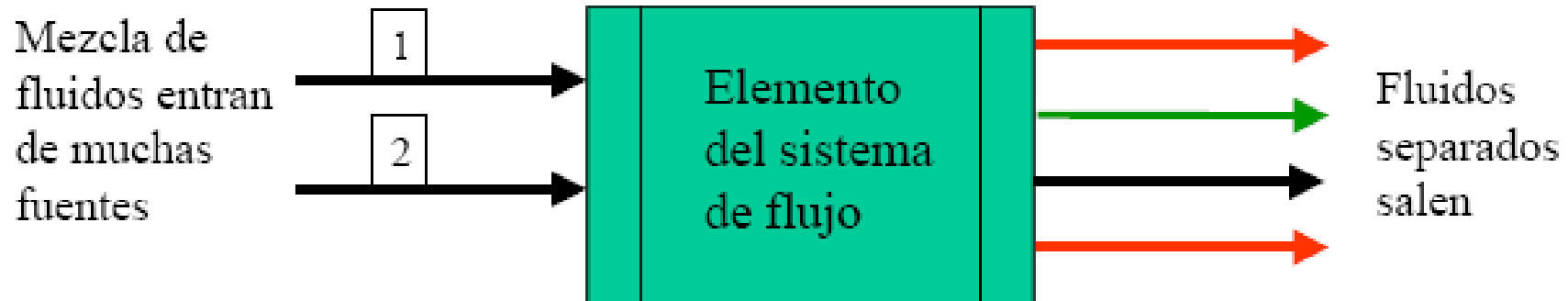
PUNTOS DE MEDICION y FISCALIZACION



ASIGNACION DE PRODUCTOS

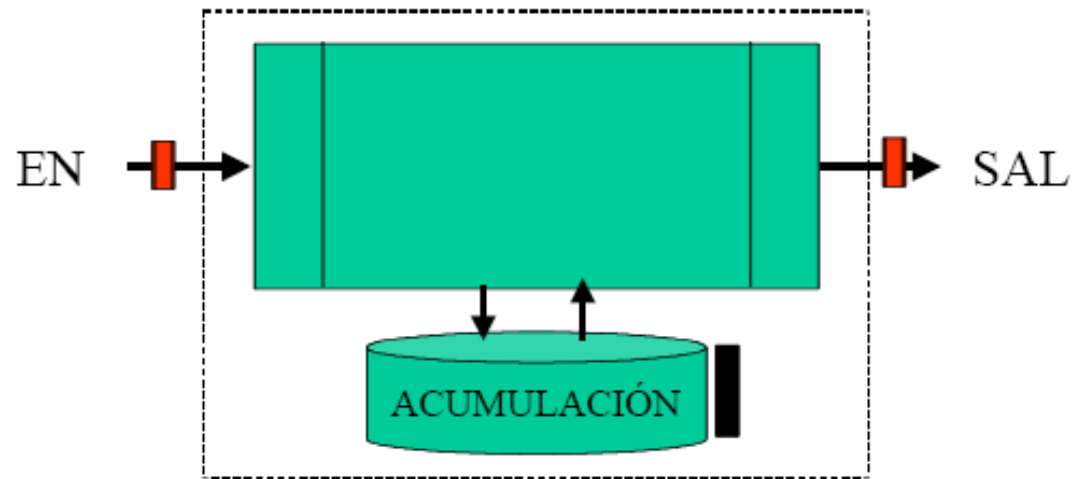
- Cuando el fluido del pozo pasa a través del sistema de separación y procesamiento, es separado en productos comerciables y productos de desecho, y son medidos en muchos puntos en el sistema
- Conforme se va corriente abajo en el sistema, las medidas se incrementan en exactitud y se prefiere usar éstas para propósitos de reporte, las mediciones tomadas son corrientes combinadas
- En contabilidad de producción se usan medidas ***corriente arriba de corriente*** segregada para asignar los productos medidos corriente abajo a sus fuentes (Production Back Allocation).

ASIGNACION DE PRODUCTOS



$$\frac{\sum \text{Fluido}_{SAL}}{\sum \text{Fluidos}_{EN}} \times \text{Fluido}_{EN}^1 = \text{Fluido}_{SAL}^1$$

- La medición de fluidos nunca es exacta
- Los medidores y métodos siempre tienen errores
- Con un balance en el sistema se puede calcular el nivel de error asociado con los medidores, los métodos de contabilidad y los datos capturados
- De esta manera se puede verificar que los medidores, métodos y datos recopilados están dentro de las normas establecidas

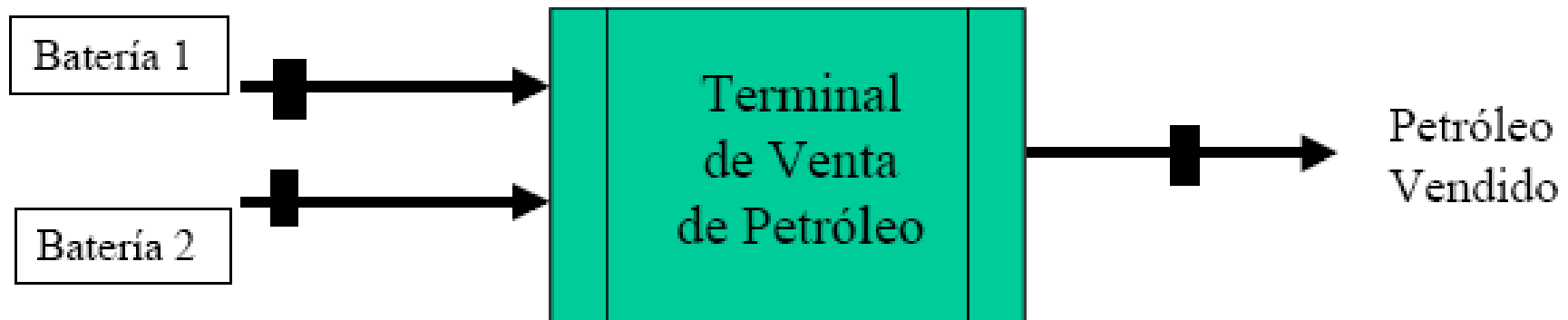


$$\text{SAL} + \text{ACUMULACIÓN} - \text{EN} = \text{ERROR DE MEDICIÓN}$$

- Asignar o balancear:
 - **Los volúmenes,**
 - Las energías, y
 - Las masas
- Se puede hacer por:
 - Fases separadas (líquido, gas),
 - Componentes (cuando se dispone análisis por componente) y
 - Todos los fluidos del sistema

EJEMPLO SIMPLE

- Hay dos baterías, de las cuales el petróleo es enviado a una terminal de venta
- Hay medición de volúmenes y calidades a las salidas de las baterías y a la salida de la terminal
- Calcular las asignaciones y balance alrededor de la terminal.



Volúmenes

- El petróleo saliendo de los elementos del sistema:

Batería 1 : 65.000 bbls

Batería 2 : 75.000 bbls

Terminal : 120.000 bbls

- Balance de volúmenes: Sale - Entra = Errores y Pérdidas

$$120.000 - (65.000 + 75.000) = -20.000$$

$$-20.000 \times 100/120.000 = -16,7 \% \text{ Errores y Pérdidas}$$

- Asignación de ventas a las fuentes:

$$\text{Factor de Asignación} = 120.000/140.000 = 0,857$$

$$\text{Batería 1: } 65.000 \times 0,857 = 55.714 \text{ bbls}$$

$$\text{Batería 2: } 75.000 \times 0,857 = 64.286 \text{ bbls}$$

EJEMPLO SIMPLE DE ASIGNACION Y BALANCE



BALANCE

SALE – ENTRA = Errores y Perdidas

$$120000 - (65000 + 75000) = -20000$$

$$-20000 \times 100 / 120000 = -16.7\% \text{ Errores y Perdidas}$$

ASIGNACION

$$\text{Factor} = 120000 / 140000 = 0.857$$

$$\text{Bateria 1} = 65000 \times 0.857 = 55714$$

$$\text{Bateria 2} = 75000 \times 0.857 = 64286$$

$$120000$$

CALIDADES (MASA)

- Calidades de petróleo:

Batería 1: 40° API (288,9 lbm/bbl)

Batería 2: 30° API (306,8 lbm/bbl)

Terminal: 36° API (295,8 lbm/bbl)

- Balance de masa: Sale - Entra = Errores y Pérdidas

Terminal: 120.000 x 295,8 = 35.496.000 lbm

menos

Batería 1: 65.000 x 288,9 = 18.778.500 lbm

Batería 2: 75,000 x 306.8 = 23.010.000 lbm

Entra 41.788.500 lbm

Errores y Pérdidas - 6.292.500 lbm

-17,7 %

ASIGNACIÓN DE LAS CALIDADES

- Asignación de ventas a las fuentes:

Factor de asignación: $35.496/41.788,5 = 0,849$

Batería 1: $0,849 \times 18.778.500 = 15.950.839$ lbm

Batería 2: $0,849 \times 23.010.000 = 19.545.161$ lbm

- Ahora, en el orden que ambos volúmenes y masas asignados corresponden, debemos ajustar las calidades de cada fuente:

**Batería 1: $15.950.839$ lbm/ 55.714 bbl = $286,3$ lbm/bbl
 $41,6^\circ$ API**

**Batería 2: $19.545.161$ lbm/ 64.286 bbl = $304,0$ lbm/bbl
 $31,5^\circ$ API**

SUMARIO

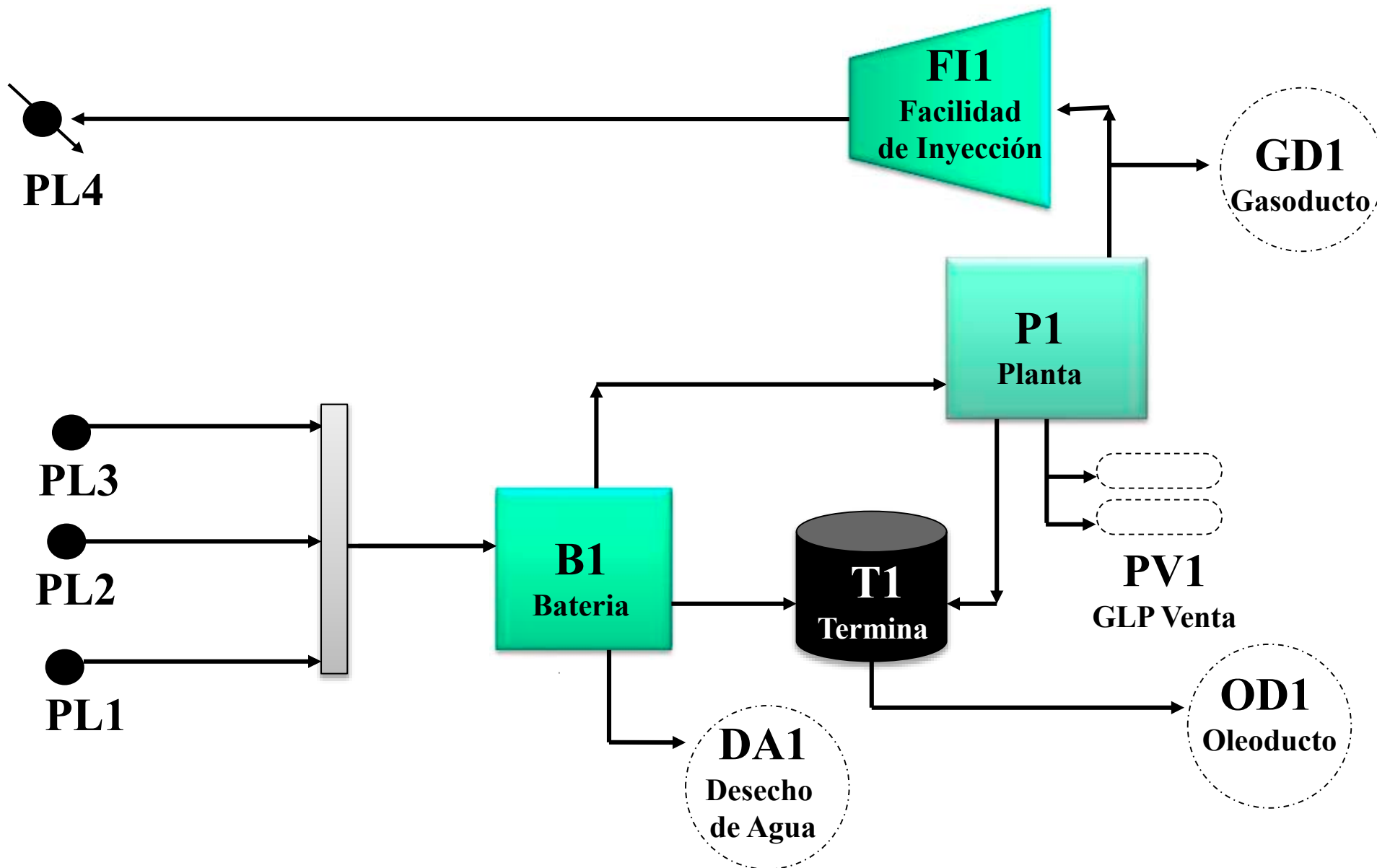
- Entonces, las recepciones del elemento han sido ajustadas como:

	<u>Volumen, bbls</u>	<u>°API</u>
Salida de las Baterías		
Batería 1	65.000	40,0
<u>Batería 2</u>	<u>75.000</u>	<u>30,0</u>
Total	140.000	34,5
Factor de Asig.	0,857	0,849
Salida de la Terminal		
Batería 1	55.714	41,6
<u>Batería 2</u>	<u>64.286</u>	<u>31,5</u>
Total	120.000	36,0

CALCULO CON PRUEBAS DE PRODUCCION

- Producción medida en la Bateria de una facilidad de producción para el mes de Agosto 2016:
 - **Petróleo** **77200 Bbls**
 - **Gas Natural** **40500 MPCs**
 - **Agua** **8120 Bbls**
- Datos de los Pozos-Líneas:
 - PL1 cerrado del 11 a fin de mes
 - PL2 cerrado del 16 a fin de mes
 - PL3 cerrado a partir del 23
 - PL4 inyector de gas

SISTEMA DE FLUJO GENERAL



EJEMPLO DE CALCULO CON PRUEBAS

Pruebas de Producción realizadas a los pozos-lineas

Id. Pozo	Prueba de Produccion							
	Fecha Prueba	Choke	Oil (BBL)	Gas (MPCS)	Water (BBL)	Dur. Hrs.	RGP PCS/BBL	SYA %
PL1	01-Ago	18	600		56	12	533	8.5
PL2	01-Ago	24		1150		18	490	10.6
PL3	01-Ago	24	890		70	24	562	
PL4								

Caudales estimados en base a las pruebas realizadas a los pozos-líneas

Id. Pozo	Oil (BBL)	Gas (MPCS)	Water (BBL)	Estado
PL1	600	320	56	PRODUCTOR
PL2	2345	1150	279	PRODUCTOR
PL3	890	500	70	PRODUCTOR
PL4				INYECTOR

EJEMPLO DE CALCULO CON PRUEBAS

Calculo de HORAS de producción:

-PL1 228
 -PL2 354
 -PL3 528
 -PL4 0

HorasProd	228	354	528	0
Ago-2016	PL1	PL2	PL3	PL4
1	12	18	24	0
2	24	24	24	0
3	24	24	24	0
4	24	24	24	0
5	24	24	24	0
6	24	24	24	0
7	24	24	24	0
8	24	24	24	0
9	24	24	24	0
10	24	24	24	0
11	0	24	24	0
12	0	24	24	0
13	0	24	24	0
14	0	24	24	0
15	0	24	24	0
16	0	0	24	0
17	0	0	24	0
18	0	0	24	0
19	0	0	24	0
20	0	0	24	0
21	0	0	24	0
22	0	0	24	0
23	0	0	0	0
24	0	0	0	0
25	0	0	0	0
26	0	0	0	0
27	0	0	0	0
28	0	0	0	0
29	0	0	0	0
30	0	0	0	0
31	0	0	0	0

EJEMPLO DE CALCULO CON PRUEBAS

Cálculo de los caudales de producción

a	b	c	d	e	f	g=c/f	h=d/f	i=e/f	x	y=Days-x	j	
Id. Pozo	Prueba de Produccion						Caudales			Dias de Prod.	Dias Cerrados	Horas de Producción
	Fecha Prueba	Choke	Oil (BBL)	Gas (MPCS)	Water (BBL)	Dur. Hrs.	Oil (BBL/HR)	Gas (PCS/HR)	Water (BBL/HR)			
PL1	01-Ago	18	600	320	56	12	50.00	26.67	4.67	10	21	228
PL2	01-Ago	24	2345	1150	279	18	130.28	63.89	15.50	15	16	354
PL3	01-Ago	24	890	500	70	24	37.08	20.83	2.92	22	9	528

Cálculo de la producción mensual: AGOSTO 2016

a	k=g*j	l=h*j	m=i*j
Id. Pozo	Producción Estimada		
	Oil (BBL)	Gas (MPCS)	Water (BBL)
PL1	11400	6080	1064
PL2	46118	22617	5487
PL3	19580	11000	1540
	77098	39697	8091

EJEMPLO DE CALCULO CON PRUEBAS

Cálculo prorrateo de la producción mensual: AGOSTO 2016

a	k=g*j	l=h*j	m=i*j	r=k*aa	s=l*bb	t=m*cc
Id. Pozo	Producción Estimada			Producción Prorrateada		
	Oil (BBL)	Gas (MPCS)	Water (BBL)	Oil (BBL)	Gas (MPCS)	Water (BBL)
PL1	11400	6080	1064	11415	6203	1068
PL2	46118	22617	5487	46179	23074	5507
PL3	19580	11000	1540	19606	11223	1546
	77098	39697	8091	77200	40500	8120

Total Bateria (Medición Pto de Entrega):

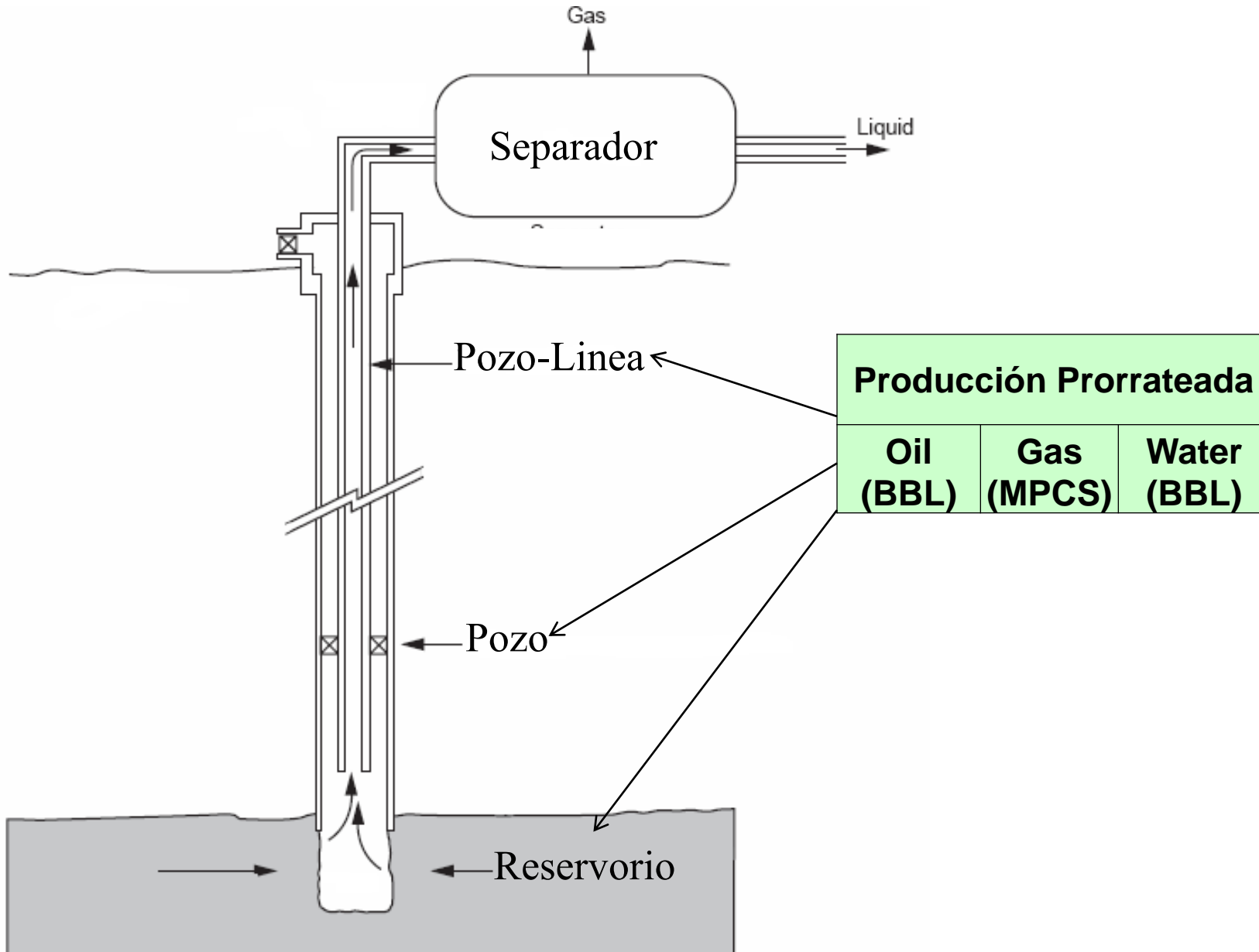
Factores de Ajuste-Prorrateo de Producción

Total Bateria / Producción Estimada

77200	40500	8120
-------	-------	------

1.0013	1.0202	1.0036
aa	bb	cc

Distribución de la Producción



Distribución de la Producción

PRODUCCION TEORICA AJUSTADA Petróleo (BBL) y Gas (MPCS)

Asignar la
Producción al
pozo-línea

Asignar
volúmenes a los
reservorios

Calcular Regalías e
Impuestos

Elaborar los
pronósticos de
producción

Predecir el
comportamiento
de los reservorios

Cumplir con las
regulaciones y
prácticas

Actualizar los
historiales de
producción

Manejar de forma integrada los pozos y los
reservorios.
Mejorar la recuperación de hidrocarburos



...