

3 - Ejercicios

3-1 Procesadora de pescado

Este ejercicio deberá entrenar a los participantes del taller a trazar un diagrama de flujo a partir de una descripción de proceso o de la primera impresión de una visita inicial a una compañía.

Definitivamente se requiere algún entrenamiento para trazar diagramas de flujo de un proceso.

La solución que se brinda es solamente una de las posibilidades de hacer un diagrama de flujo apropiado para esta procesadora de pescado.

Tarea: Dibujar un diagrama de flujo de una compañía procesadora de pescado para la materia prima pescado y el agua.

Descripción de proceso

El pescado fresco de un lago cercano es recibido de botes y descargado. Inicialmente el pescado es lavado, pesado y llevado a almacenaje intermedio en recipientes llenos con hielo.



Descargando el pescado



Lavando el pescado

Ahora el pescado es fileteado lo que significa que la parte filete se separa por corte del resto del pescado. La piel es separada y se realiza una limpieza detallada, llamada desbaste. Posteriormente se procede a otro lavado y a una inspección final de control de calidad. El pescado es envasado y almacenado, de acuerdo a dos posibilidades: en cuarto frío ó es congelado y almacenado en cámaras para la conservación de congelados, en espera de su carga, transporte y distribución a los clientes.

El desperdicio de pescado (cabezas, esqueleto, piel, rechazos por calidad, vísceras) procedente del fileteado, como la piel y el desbaste se le da a los campesinos cercanos o para su elaboración como harina de pescado.



Recipientes llenos de hielo



Fileteando el pescado

El agua utilizada en el proceso es suministrada de una fuente de abasto pública y asciende a unos 11 m³ de agua por tonelada de pescado fresco.

El agua es utilizada continuamente para el lavado inicial del pescado, en la línea de fileteado, en la retirada de la piel, el desbaste y el lavado final. Después de terminada la producción, la línea y todos los pisos se limpian con agua y productos químicos diariamente. Igualmente los recipientes de recepción de pescado con hielo, las bandejas para el transporte de pescado y las carretillas de traslado se lavan también con agua. Las aguas efluentes totales se colectan y son tratadas en una pequeña planta destinada a este fin, donde se reduce la DBO y posteriormente se descargan al lago.

En la compañía, se produce una gran cantidad de hielo para enfriar todo el pescado en los recipientes y se usa especialmente durante la descarga, el almacenaje intermedio y posterior a la retirada de la piel. Después que todo el pescado ha sido procesado, el hielo se queda en los recipientes hasta que éstos se lavan manualmente.

Para los procesos de enfriamiento y congelación se emplea una unidad central de refrigeración. En esta unidad la energía calórica que es rechazada por el condensador del refrigerante es enfriada por agua, la cual es recirculada por bombeo en circuito cerrado empleando una torre de enfriamiento donde se enfría por evaporación por contacto con el aire de la atmósfera. La reposición del agua en la torre que se pierde por evaporación se hace automáticamente. Ocasionalmente se drena toda el agua en circulación en el ciclo de enfriamiento.

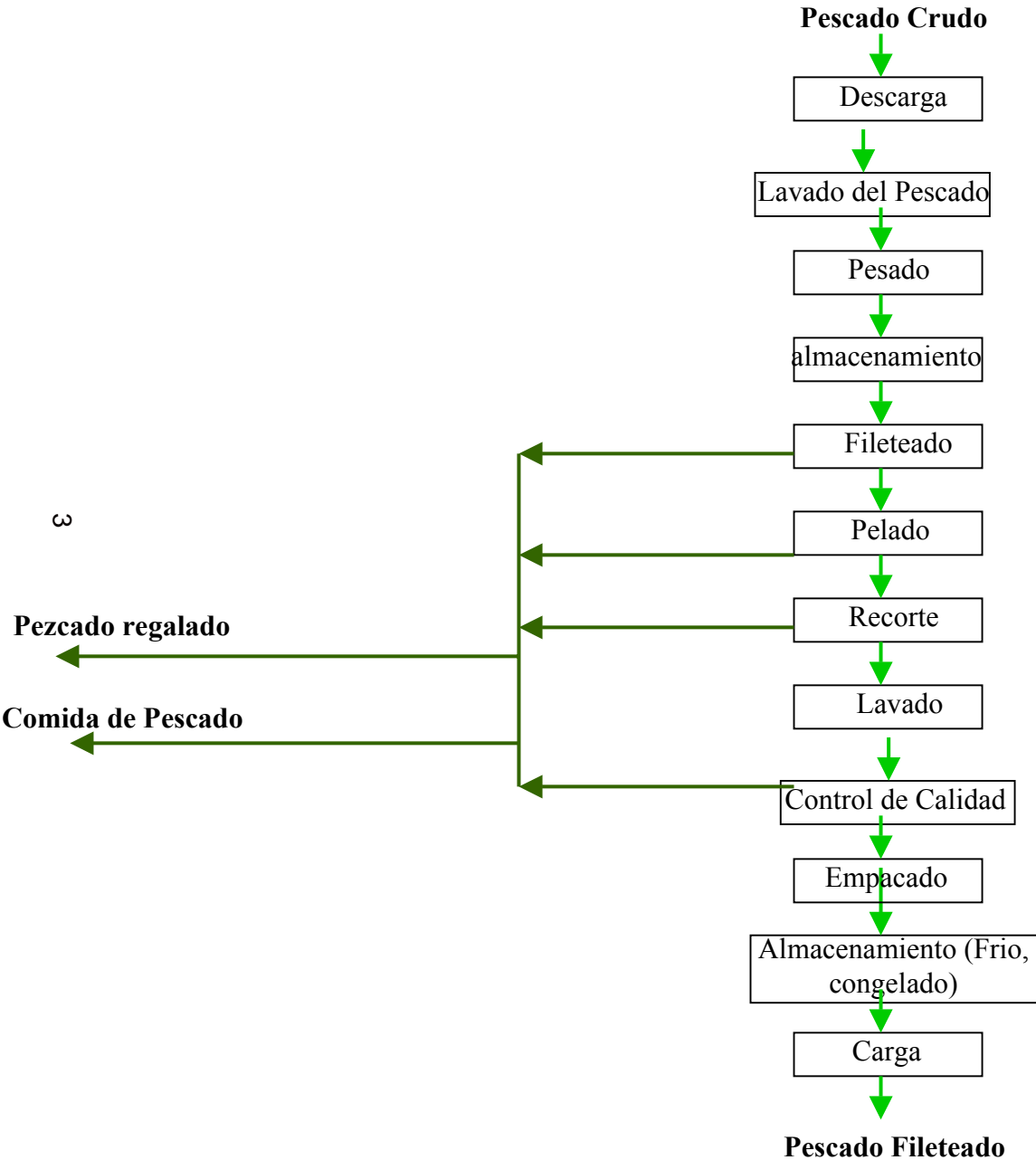
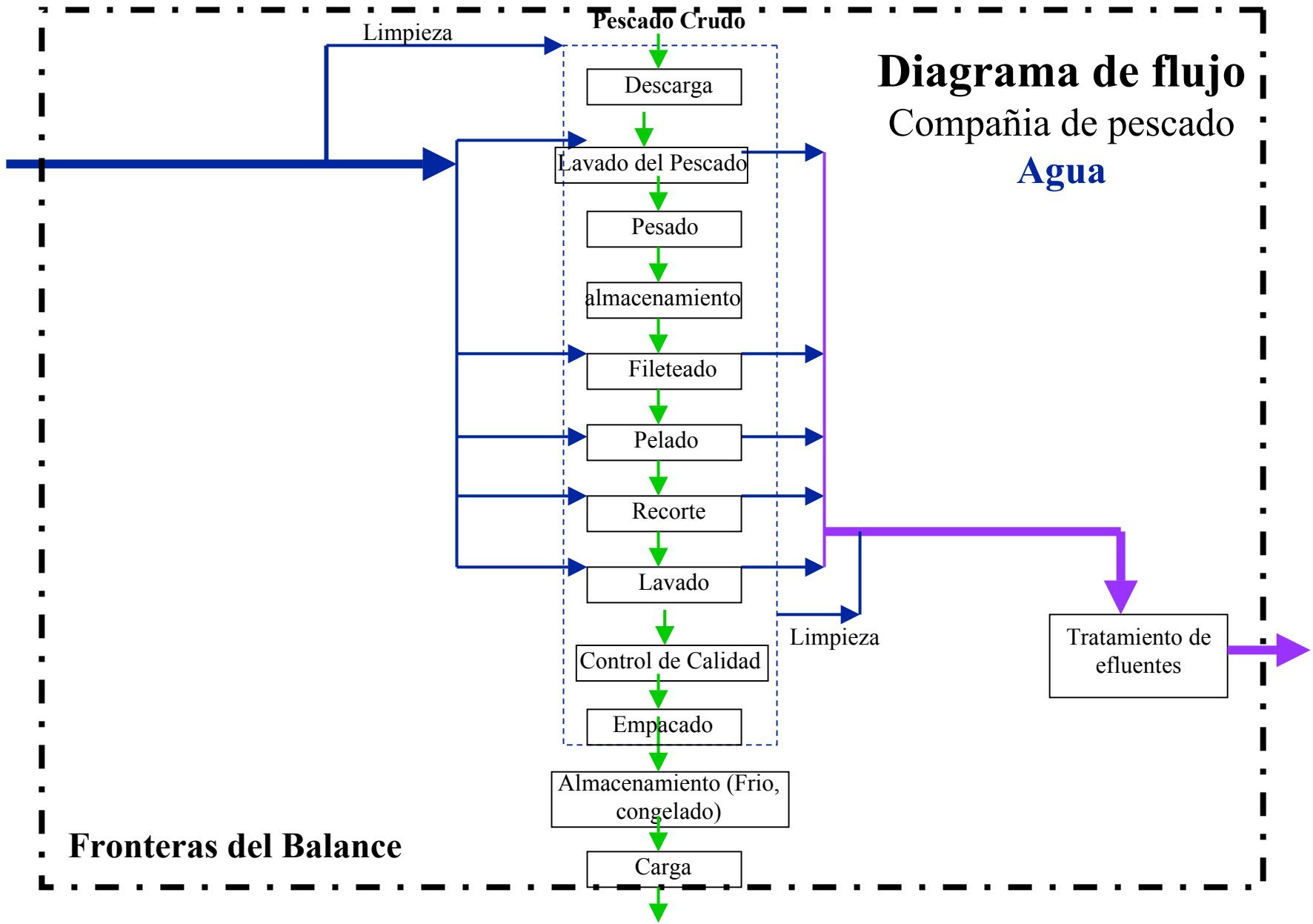


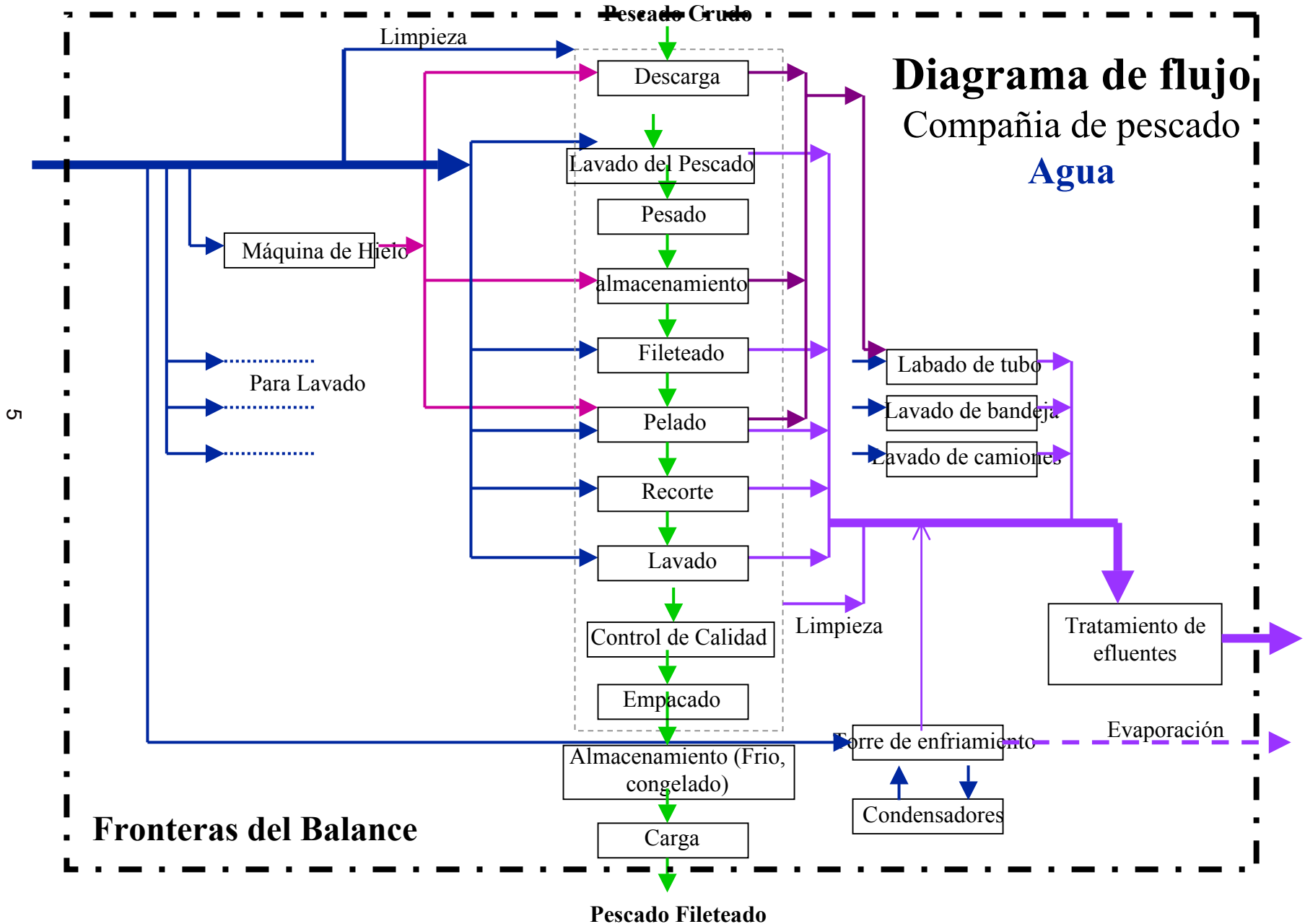
Diagrama de flujo
Compañía de pescado
Materias primas

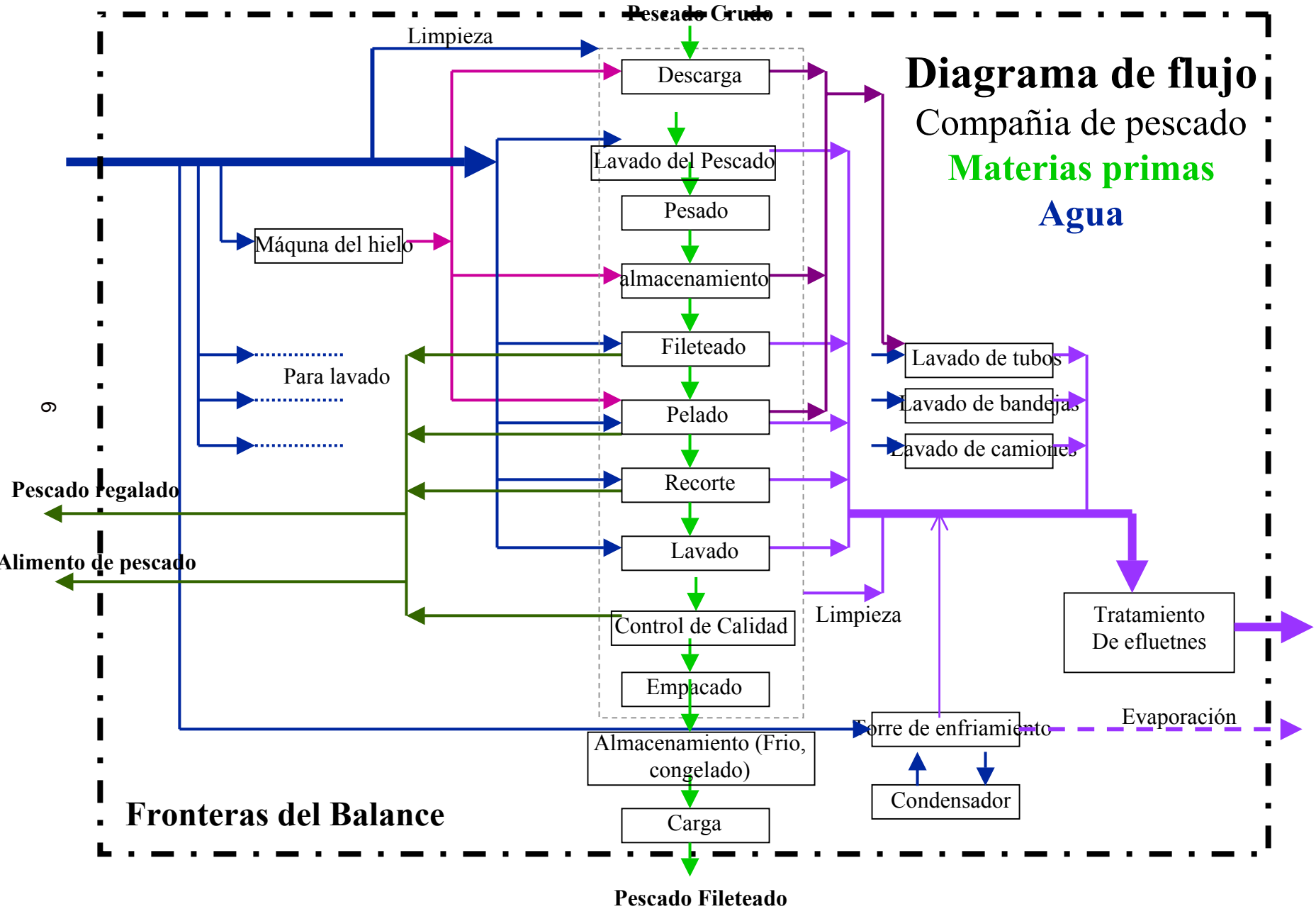
4



Fronteras del Balance

Pescado Fileteado





3-2 “Haciendo Café”

Este es un ejercicio interactivo en el cual varios grupos de personas pueden participar (ideal es un grupo de aproximadamente 4 personas) para analizar un proceso real y simple.

Tiempo: 10 min. de explicación; 40 a 60 min. de elaboración; 15 a 30 min. de presentación y evaluación

Preparar y explicar los objetivos del ejercicio y el equipo requerido antes del comenzar el ejercicio.

El ejercicio también puede ser presentado en seco, entendiéndose sin ningún equipo, solamente apoyado para los cálculos a partir de datos de referencia existentes. (Ver Haciendo Café B).

Materiales (Véase también descripción a continuación):



Para cada grupo se requiere una cafetera. El molino puede ser rotado entre los grupos. No menos de dos balanzas deberán ser utilizadas, y sería mejor una por grupo.

Alternativamente este ejercicio puede ser practicado empleando té.



Caso de Estudio: "Haciendo café – A"

Tarea.

La administración le ha encargado que analice la producción de una cafetera de filtro. Establezca un balance del proceso, evalúelo y preséntelo al Director General.

Materias primas: Café en grano tostado, agua

Materiales del Proceso: Molino de café, cafetera, filtro, balanza, recipiente receptor, transparencias de retro proyección/pancartas y lápices.

Diseñe un plan de pruebas primero y determine los procedimientos de ensayo requeridos para recopilar todos los datos relevantes.

Condiciones de base:

- El consumo de energía no se toma en consideración.
- El residuo de café en el molino: 1 g
- El polvo de café se eliminará como un desecho.

El análisis químico ha proporcionado los siguientes resultados: Aproximadamente 7.5 % del extracto de café fue extraído.

Valor de referencia (para comprobación):

Humedad contenida en el café molido húmedo: 55-75 %

Evaluación:

- Dibujar un diagrama de flujo
- Establecer el balance total del proceso y los parciales para el agua y el café.
- Proponer al menos dos opciones para mejorar el proceso (al nivel de materiales)
- Presentar los resultados a la Administración.

Hoja de evaluación para el análisis del flujo de material de la producción de infusión de café.

	Grupo A	B	C
<p>ENTRADA</p> <ul style="list-style-type: none"> - Granos de café - Agua - Filtro <p>Σ Entradas</p>			
<p>SALIDA</p> <ul style="list-style-type: none"> - Café <ul style="list-style-type: none"> * agua * extracto - Granos de Café <ul style="list-style-type: none"> * Resto de café * Agua (%-H₂O) * filtro - Residuos de molida - Pérdidas por evaporación - Otras <ul style="list-style-type: none"> * H₂O en cafetera * perdidas de agua en manipulación ... <p>Σ Salidas</p>			





Caso de Estudio: "Haciendo Café – B"

Tarea

La administración le ha encargado que analice la producción de una cafetera de filtro. Establezca un balance del proceso, evalúelo y preséntelo al Director General.

Materias primas: Café en grano tostado, agua

Materiales del proceso: Molino de café, cafetera, filtro,

Diseñe un plan de pruebas primero y determine los procedimientos de ensayo requeridos para recopilar toda la información relevante.

Las pruebas de pesaje brindaron los siguientes datos:

Café en grano	40	g
Agua introducida en la cafetera	950	g
Filtro seco	2	g
Residuos de molida	1	g
Infusión de Café	876	g
Agua residual en la cafetera	2	g
Residuo de café extraído (filtro, café, agua)	105	g
Agua evaporada	g

El análisis químico ha proporcionado los siguientes resultados:
Aproximadamente 7,5% del extracto de café fue extraído.

Valor de referencia (para comprobación):

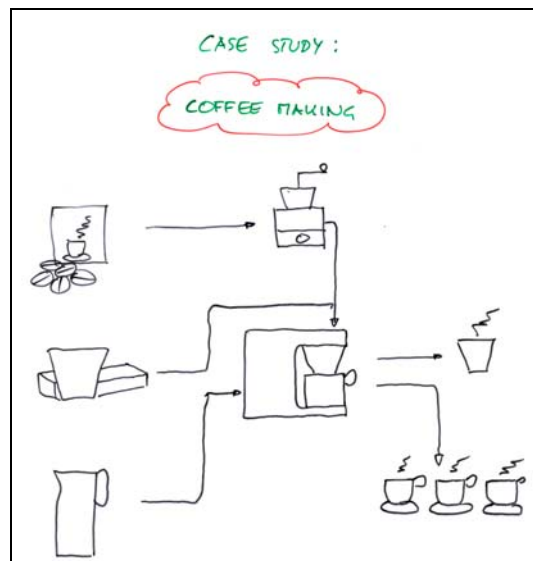
Humedad contenida en el café molido húmedo: 55-75%

Evaluación:

- Dibujar un diagrama de flujo
- Establecer el balance total del proceso y los parciales para el agua y el café.
- Proponer al menos dos opciones para mejorar el proceso (al nivel de materiales)
- Presentar los resultados a la Administración.

Evaluación del análisis del flujo de materiales - caso producción de café -B

ENTRADA	
- Granos de café	40
- Agua	950
- Filtro	2
Σ Entradas	992 g
SALIDA	
- Café	876
* Agua	873
* Extracto	3
- Granos de Café	105
* Resto de café	36
* Agua	67
(%-H ₂ O)	(65%)
* Filtro	2
- Residuos de Molida	1
-Perdidas por Evaporación	8
- Otras	2
H ₂ O en cafetera, perdidas de agua en manipulación ...	
Σ Salidas	992 g





Medidas de minimización/estrategias (sin energía)

Buenas prácticas operacionales:

- Mejoramiento de la utilización del material
- Molida de mayores cantidades
- Definir formulaciones
- Definir indicadores
- Entrenamiento de los operadores
- Mantener el control de calidad.

Modificaciones tecnológicas

- Nueva maquina para reducir las pérdidas debido a la evaporación y los residuos de calor.
- Molinillo produciendo menos residuos (vaciado completo)
- Molinado fino
- Uso de filtros más grandes
- Uso de máquina de café espresso como una tecnología diferente

Sustitución de materias primas y materiales de proceso

- No utilizar papel de filtro de celulosa (filtro de oro)
- Posibilidad de utilizar café premolido
- Uso de café soluble (Nescafé)

Reciclaje Interno/externo

- Utilizar el residuo de café extraído y los filtros para abono orgánico.
- Reutilización para una taza de café de baja calidad
- Venta como un producto de segunda calidad.
- Reutilización como pesticida (Ej. contra el escarabajo de la papa)
- ...

Otras/Medidas organizativas

- Diagramas de tiempo-movimiento para optimizar cantidades de café a abastecer
- ...

Modificación del Producto.

- Café turco
- Infusiones fuertes y débiles.
- Golosinas y tabletas de café.
- Café soluble
- ...



3-3 Balance de agua para un edificio de oficinas y vivienda.

Un balance de agua para un edificio de oficinas y vivienda puede hacerse para estimar las opciones de ahorro de agua fría y caliente, así como contabilizar los costos por consumo de agua con mayor precisión para los usuarios.

La edificación comprende:

El edificio principal con:

8 personas (estudiantes, residentes) en la azotea

18 personas (trabajadores, residentes) en el 1^{ro} y 2^{do} piso.

Oficina 1 en planta baja con 28 empleados, y

Oficina 2 en planta baja con 17 empleados.

Y un jardín con un sistema propio de distribución de agua para regar las áreas verdes y llenar un pequeño lago.

Para la edificación completa hay solamente un metro de que mide el consumo de agua. El consumo del pasado año ascendió a 1.650 m³ de agua.

Para un primer balance del consumo de agua se toman indicadores de la literatura para el consumo diario. El número de días por año que se brinda el servicio fueron discutidos/estimados en detalle con el encargado de la administración del edificio.

	<u>Consumo</u>		
	Agua total	De ello: Agua caliente	Días de servicio
Residentes	150 l/día	35 l/día	280 días/año
Empleados	40 l/día	10 l/día	220 días/año
Agua de riego	1 l/m ²		100 días/año

En el jardín se riegan 250 m² y para el llenado del pequeño lago se utilizan 35 m³ una vez por año.

Establezca un balance de agua para las áreas respectivas.

¿Cuánto es el consumo diario de agua caliente?

Solución:

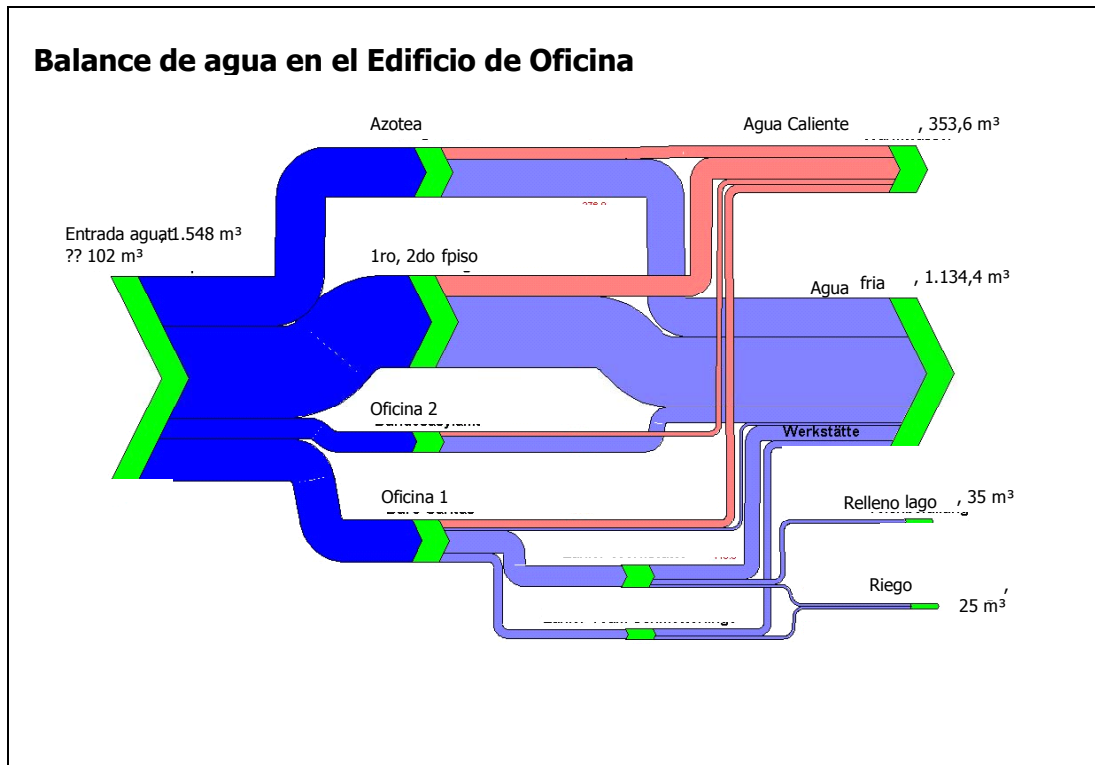
	<u>Consumo</u>		
	Agua total	De ello:	días de servicio
		Agua caliente	
Residentes	150 l/día	35 l/día	280 días / año
Total/agua cal.	1.092 m³/a	254,6 m³/a	
Empleados	40 l/días	10 l/días	220 días / año
Total/agua cal.	396 m³/a	99 m³/a	
Agua riego	1 l/m ²		100 días / año
Total de agua	25 m³/a		

En el jardín se riegan 250 m², y para el llenado del pequeño lago se utilizan **35 m³** una vez por año.

En total: 1.548 m³, imprecisos: 102 m³ Caliente: 353,6 m³/a

3.a) Establezca un balance de agua para cada una de las áreas del edificio. Cuantifique el consumo diario de agua caliente.

Caliente: **26 personas x 35 l + 45 personas x 10 l = 1.360 l/a**



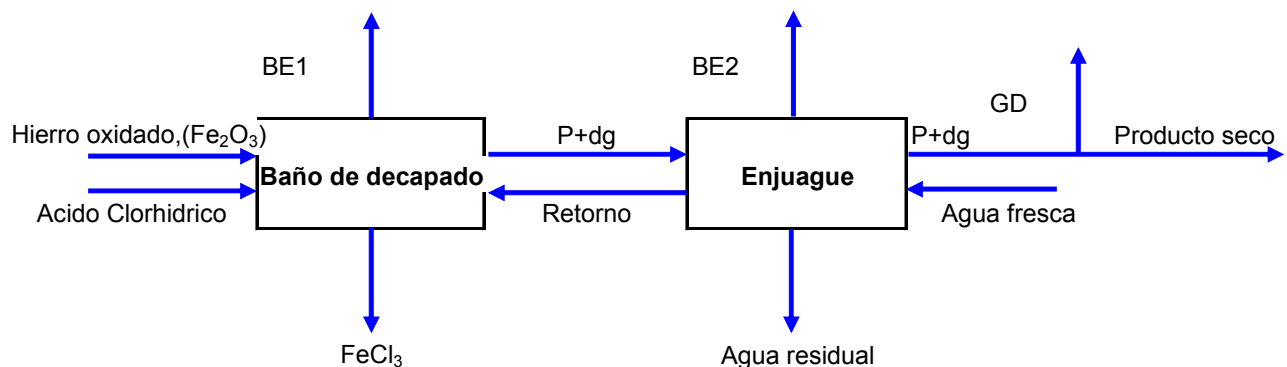
3-4 Proceso de decapado

En este ejercicio son suministrados el proceso, el diagrama de flujo y los datos del proceso por lo que un balance de material puede ser elaborado. Este ejercicio se puede considerar avanzado debido a que se incluye una reacción química y solamente puede ser usado para participantes experimentados en talleres de conformación de metales.

Ejercicio:

Antes de un tratamiento profundo la superficie del hierro necesita ser decapada con una solución de ácido clorhídrico. El óxido férrico (Fe_2O_3) de la superficie reacciona con el cloruro de hidrógeno (HCl) para formar cloruro férrico (FeCl_3). Suposición para este ejercicio: la reacción química es completa.

Después del baño de decapado, sigue un proceso de enjuague (lavado con agua). En ambos baños hay pérdidas de agua y ácido por evaporación. En la extracción del material en ambos baños el agua y el ácido se adhieren a la superficie (los así denominados arrastres.) Finalmente el hierro se seca en condiciones ambientales.



Tarea:

Escriba la fórmula de la reacción química

Calcule el flujo de masas

Analice el balance del ácido clorhídrico

Encuentre y discuta las opciones de PML

Para información adicional vea la próxima página.



Ejercicios 3 – Análisis del flujo de materiales

Los siguientes datos son conocidos:

El metal que entra a proceso 10.000 kg/h, del cual el óxido (Fe_2O_3) es aproximadamente 100 kg/h.

La evaporación en los baños, en el de decapado es de 30 kg/h (BE1) y 10 kg/h en el de enjuague (BE2) y estos mantienen sus respectivas composiciones/ concentraciones.

Cuando se extraen los metales, estos arrastran soluciones de los baños conocidos como el arrastre superficial. Para cada baño por el cual pasan se determina en 20 kg/h con la misma composición/concentración.

El ácido clorhídrico de reposición tiene un peso del 80% (el resto es agua). Se consumen aprox. 190 kg/h.

El óxido reacciona con el HCl completamente a FeCl_3 .

El FeCl_3 es extraído del baño de decapado con lo cual arrastra solución del baño (66,6 % peso de FeCl_3 ; 33,3 % peso de solución).

La concentración de ácido en el baño de decapado es de 100 g/l (densidad 1 kg/l).

La concentración de ácido en el baño de enjuague es de aproximadamente 10 g./l.

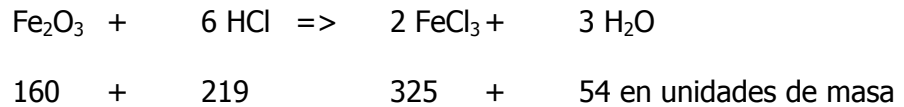
Parte del agua de enjuague es retornada al baño de decapado, el resto se envía a la planta de tratamiento de aguas residuales.

Masas atómicas: Fe 56 Cl 35,5 H 1 O 16



Ejercicios 3 – Análisis del flujo de materiales

SOLUCION:



100 kg óxido reacciona con 136,875 kg. HCl. ($100 \times 219/160$) a ~203 Kg. FeCl₃ ($100 \times 325/160$) y 33,75 Kg. de agua.

El FeCl₃ que se extrae contiene un 33,3 % de solución, en total 203 Kg./0,667) = 304,5 Kg./h.

Baño de decapado:

ENTRADA:

10.000 kg/h de hierro y óxido

~ 190 kg/h ácido

64,5 kg/h flujo de retorno

SALIDA:

9.900 kg/h de hierro y 20 kg/h de arrastre.

30 kg/h BE1

304,5 kg FeCl₃ (húmedo)

Baño de enjuague:

20 kg/h de arrastre con concentración de ácido de 100 g/l (2 kg/h de ácido) entra al baño. Para diluir este arrastre a una concentración de 10 g/l es requerido un consumo de agua fresca adicional de 180 kg/h.

ENTRADA:

9.900 kg/h de hierro y

20 kg /h del arrastre del decapado

180 kg/h agua de enjuague

SALIDA:

9.900 kg/h de hierro y
20 kg/h de arrastre

10 kg/h BE2

64,5 kg/h flujo de retorno

105,5 kg/h agua residual

Balance de Acido:

ENTRADA decapado:

~ 190 kg/h x 80% = 152 kg/h

Flujo retorno 0,65 kg/h

SALIDA decapado:

Reacción: 136,9 kg/h

BE1: 3 kg/h

FeCl₃ húmedo: 10,15 kg/h

arrastre dec. 2 kg/h



Ejercicios 3 – Análisis del flujo de materiales

ENTRADA enjuague:

Arrastre del enjuague 2 kg/h

SALIDA enjuague:

BE2: 0,1 kg/h

Arrastre enjuague 0,2 kg/h

Flujo retorno 0,65 kg/h

Agua residual 1,05 kg/h

Opciones típicas de PML:

Mejorar decapado (usando menos ácido, reacción incompleta)

Enjuague en cascada para permitir que toda el agua de enjuague sea utilizada como agua de reposición

Separación del ácido del FeCl_3

Tapar el baño de decapado para reducir las pérdidas por evaporación.

Quitar parcialmente el óxido usando medios manuales.

Colectar las pérdidas por evaporación y recuperación del ácido por lavado del aire con duchas atomizadoras.