

Análisis del flujo de materiales



3

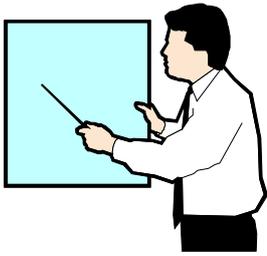


[Dir. princip.](#)

3- MATERIAL DE BASE

3 LIBRO DE TEXTO.

3.1 Fines y objetivos del "Análisis del flujo de materiales"



Después de trabajar e interiorizar este aspecto Ud. podrá describir e ilustrar gráficamente cualquier flujo de materiales que ocurra en su compañía y escribir una documentación completa sistematizada. Para ello:

- Recorrerá el camino que siguen las materias primas que son procesadas por la compañía.
- Recorrerá el camino de los residuos en sentido inverso desde el punto de su vertimiento hasta donde son generados.
- Editará datos e informes orientados a ser considerados en la "toma de decisiones" ejecutivas.
- Identificará las debilidades que presenta el proceso de producción.
- Establecerá un plan debidamente fundamentado con órdenes de prioridad para el tratamiento de residuos y las medidas a adoptar para minimizar sus emisiones.

Esto permitirá que Ud. pueda cumplir con los requisitos exigidos de presentación de datos para el vertimiento de residuos y trabajar para elaborar el concepto de su administración por su firma. Aun más, Ud. podrá literalmente detectar puntos débiles en la utilización de materiales y definir medidas para su mejor aprovechamiento.

Lo que Ud. requerirá será disponer de aproximadamente cuatro horas para hacerlo: Necesitará de aproximadamente una hora para la introducción y otra para adiestrarse por medio de los ejemplos y deberá reservar otras dos o más para estudiar las vías de implementar en su firma lo que ha aprendido.

¿Cómo utilizar este volumen?

3.2 Definición del "Análisis del flujo de materiales"

El denominado "Análisis del flujo de materiales" es una aproximación sistemática que tiene como objetivo:

- Presentar una visión general de cómo los materiales son utilizados en su compañía,
- Identificar el punto de origen, los volúmenes, y las causas de los residuos y las emisiones que se producen,
- Crear bases para la formulación y evaluación de un desarrollo futuro.



- Definir estrategias para mejorar una situación.
- Los problemas de desechos y emisiones pueden surgir en los puntos del proceso productivo donde son procesados o tratados los materiales o las materias primas. Por consiguiente aquellas compañías que opten por seguir una estrategia para la solución de sus problemas ambientales deben estar alertadas para capturar los flujos de materiales en un modelo que identifique sus puntos de origen, volúmenes y causas por las cuales se producen los residuos y emisiones, conocer la composición de las sustancias que son objeto de procesamiento, estimar su valor económico actual con que inciden en el proceso y finalmente avizorar posibles desarrollos perspectivas en su reutilización o aprovechamiento. Ellas deberán crear un sistema informativo dentro de la compañía que las dirija a modificar los flujos de materiales de forma tal que garanticen su uso eficiente.



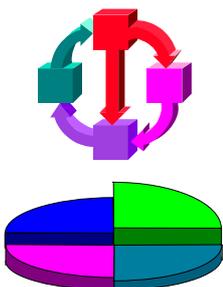
Un "Análisis del flujo de materiales" es una reconstrucción sistemática de la manera que un elemento químico, un compuesto o un material participa en un ciclo natural y/o económico. Un "Análisis del Flujo de Materiales" generalmente esta basado en el principio del balance físico.(Comisión del Parlamento Alemán - Protección del Hombre y su Medio Ambiente, Año 1993)

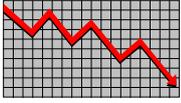
Un "Análisis del flujo de materiales" puede ser comparado con el trazado de un mapa geográfico de la compañía que en vez de indicar ciudades, caminos o ríos señala la secuencia de procesos y los flujos de materiales como puntos geográficos.

Como en el mapa geográfico, la ilustración gráfica de estos puntos es esencial, por consiguiente es importante presentar gráficamente la información obtenida con respecto al origen, uso y tratamiento de las materias primas y materiales auxiliares del proceso de manera tal que puedan ser interpretados de forma fácil y rápida.

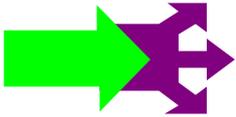
Para ello, varios tipos de representaciones gráficas han sido utilizadas con éxito.

- **Diagramas de Flujo** que representan flujo de materiales y secuencias de proceso,
- **Gráficos de distribución circular e histogramas** ilustrando relaciones y distribuciones segmentales.





- **Diagramas de comportamiento cronológico** mostrando la variación de parámetros seleccionados con relación al tiempo.



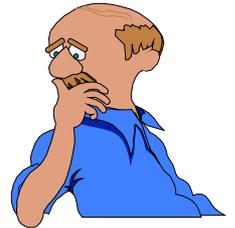
- **Diagramas Sankey** mostrando flujos de materiales corregidos a escala.

En grandes compañías como la industria de pulpa y papel, la industria química y petroquímica estos medios de ilustración del proceso, constituyen parte de la rutina diaria de operación. ¿Por que no utilizar estos instrumentos para nuestros propios propósitos?

3.3 Como elaborar un "Análisis de flujo de materiales"

Un "Análisis del flujo de materiales" completo debe ser hecho en siete pasos:

1. Definir el alcance y objetivo del análisis y parámetros que serán monitoreados.
2. Definir el alcance del balance
3. Definir el limite de tiempo del balance
4. Listar y nominalizar la secuencia del proceso.
5. Diseñar el diagrama de flujo: Flujo de materiales - aproximación cualitativa.
6. Balances: Flujo de materiales - aproximación cuantitativa.
7. Interpretación de resultados y conclusiones.



Los pasos del 2 al 5 son denominados también como "análisis de sistema". En este análisis los elementos relevantes del sistema son identificados y la relación entre ellos es mostrada.

En detalle estos pasos incluyen:

1. Definición de Parámetros:

Como primer paso debe determinarse el objetivo hacia el cual se dirige el análisis del flujo de materiales que será realizado, como la definición del objetivo es el punto de arrancada deberán quedar definidos consecuentemente los parámetros a monitorear y el área a estudiar. Como uno de los objetivos propuestos pudiera ser investigar los flujos de mercancías importantes como compuestos químicos o de un solo elemento a través de toda la compañía, con respecto a un conjunto de criterios (costos, riesgos, eliminación final segura, volúmenes). La pregunta que sigue de ¿Cuan exacto debe ser este análisis? deberá ser clarificada o precisada justamente al comienzo del análisis.

¿Cuales serán los materiales que serán seguidos?

Para precisar esto, se recomienda comenzar un análisis del flujo de materiales de la compañía como un todo. En este caso, se determinan áreas delimitadas en las cuales las cantidades de materiales utilizados y sus valores son definidos por la compañía y también que flujo de desechos y emisiones (conjuntamente con los productos elaborados) salen de la compañía como un todo. Esto se realiza en la forma de un análisis entrada/salida.

De este modo todas las materias primas y materiales de proceso, así como las fuentes energéticas utilizadas quedan listadas en términos de cantidades y valores sobre la base de inventario o de registro contable. Los productos y emisiones se listan utilizando el mismo procedimiento anterior. En este contexto podemos hablar de un balance de materiales en el ámbito de la compañía en su totalidad. Un análisis más detallado deberá primeramente investigar el uso de los materiales más caros y ecológicamente problemáticos. Para definir prioridades los flujos de los materiales identificados son clasificados atendiendo a su valor de adquisición y toxicidad en el sentido de codificarlos como en un análisis ABC.

Sugerencia: Tome la lista que Ud. ha elaborado durante su trabajo con el Vol. 1 que contiene las 10 materias primas más caras, los 10 materiales más peligrosos y los 10 residuos de mayor peligrosidad que se producen en su compañía. Si le falta algún dato, haga una estimación y busque el dato real posteriormente. ¿Cuál de estos materiales Ud. desearía seguir en detalle? ¿Cuál es su problema más urgente? Clasifique los flujos de los materiales en orden de su valor y toxicidad en el sentido de un análisis ABC. Después, como "estudio de caso" seguiremos el flujo de agua en una cervecería. ¿Cuál material de su firma Ud. desearía seguir en un "Análisis del flujo de materiales"?

Mi material problema es:

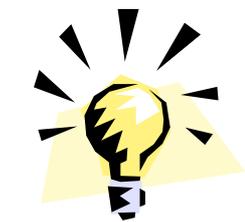
.....

2. El alcance del balance

El alcance de un balance puede comprender la compañía como un todo o referirse a procesos individualizados. Su definición dependerá del objetivo a analizar que se persiga: Primero, la compañía es estudiada como un todo y para identificar las posibilidades de intervención, los procesos a su vez deberán ser divididos en etapas simples individualizadas.

3. El periodo de balance

Ha sido comprobado como exitoso escoger un periodo de balance representativo. Este periodo puede ser un balance anual, mensual, un lote de producto o una semana de producción.



Como definir el alcance de un balance.

Escoja el periodo de balance

Listado de procesos y procedimientos**Los diagramas de flujo ilustran el proceso de producción****Cuando diseñe un balance el principio de conservación debe ser mantenido y observado****Como interpretar el diagrama de flujo y las hojas de balance****4. Listar y denominar las etapas de producción.**

En la próxima fase, los procesos son divididos en etapas relevantes de acuerdo a su estructura funcional y finalmente se representan en un diagrama de flujo. Este diagrama puede estar basado en actividades, en un equipo, en unidades de producción o en centros de ganancia económica. Como elementos gráficos, se utilizan los rectángulos para indicar las etapas del proceso de producción y flechas para los flujos de materiales que entran y salen de cada etapa.

5. Diseñar el diagrama de flujo.

Todos los datos relevantes en cuanto a flujo de materiales son representados (componentes, valores, volúmenes, fuentes de datos, relevancia ecológica), de igual manera, todos los datos importantes referentes a la secuencia del proceso o características funcionales del equipamiento que en él interviene deberán ser documentados, tales como temperatura y tamaño de un lote de producto a procesar. Estos diagramas pueden ser utilizados para bosquejar el concepto de la administración de la eliminación de desechos. (Ver Ecoprofit Vol. 10).

6. Balances

Tal como se realizó para la compañía en su balance total, el principio de la conservación de masa deberá ser mantenido para cualquier elemento del sistema definido como "etapa de producción". En un sistema considerado en estado estable de operación, la entrada de masas en un elemento que ejecuta un proceso deberá ser equivalente a la salida, es decir, todas las materias primas y materiales auxiliares que entran al proceso deberán salir de éste en forma de un producto, un residuo o una emisión. Por esta razón deberán ser calculadas en unidades de masa (kg.).

7. Interpretación

Interpretar un diagrama de flujo significa seguir las trayectorias de materiales (ilustrando el punto exacto donde se generan los residuos, estableciendo las relaciones entre materias primas y residuos) así como; introducir indicadores en la forma de relaciones de eficiencia (relación costo-eficiencia) y relaciones de comportamiento (eficiencia real en comparación con la eficiencia teórica proyectada) tanto para la compañía considerada como un todo o para las etapas individuales de procesamiento.

Sugerencia: Vea también el volumen 7 "Indicadores y control ambiental".

Comparar la información concerniente a la eficiencia real de un proceso con valores de referencia, hace más fácil la detección de puntos débiles. Para su análisis posterior estos deben ser clasificados por orden de prioridad, lo cual eventualmente inducirá una discusión sobre el proceso internamente en la compañía. Al actualizar sistemáticamente los datos de proceso se crea un instrumento para su control técnico, lo cual permite documentar el desarrollo alcanzado en cuanto al uso de materiales utilizados y sus flujos.



Sugerencia: Trate de coleccionar información sobre su problema particular de materiales, maquinarias o procesos: Piense que la competencia también utiliza este material. ¿Cuánto la utiliza en comparación con Ud.? ¿Puede su suministrador proveerlo con una alternativa satisfactoria equivalente?

Las siguientes estrategias pueden llevarlo a una utilización de mayor provecho en el uso de materiales.

- Buenas practicas operacionales en el sentido del uso de cantidades precisas de materias primas y materiales auxiliares de proceso, así como en su manipulación (respeto a las formulas de productos, vaciado completo de contenedores, sellaje de salideros,.....)
- Sustitución de materias primas y materiales auxiliares (materias primas sin el contenido de formaldehído libre, libre de metales pesados o cloruros...)
- Modificación del proceso (Ej. introducción de controles automáticos...)
- Modificación de especificaciones de productos.
- Reciclaje interno (cierre de circuitos de agua, reciclaje de materiales valiosos dentro de la compañía,... .)
- Reciclaje externo (reciclaje de materiales sobrantes, producción de abonos con materiales bio-degradables,.....)

Caso de Estudio "Haciendo café": Análisis del flujo de materiales .



El siguiente caso de estudio ilustra por medio de un ejemplo no complejo, el aplicar la aproximación sistemática al análisis del flujo de materiales. Vamos a dar una mirada al proceso de hacer café y los materiales relacionados para:

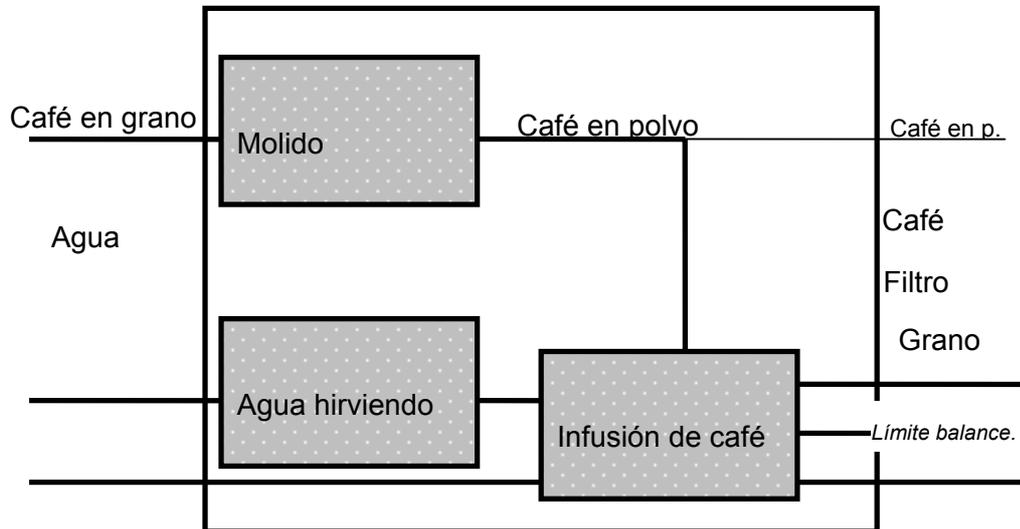
- Fijar los residuos que se obtienen en los pasos individuales requeridos por la secuencia del proceso.
- Cuantificar la cantidad de residuos producidos
- Definir medidas remediales.

Dos tazas de café deben ser elaboradas. Para hacer esto, el café en grano es extraído de una caja (en este caso el envase del café no se toma en consideración) y molido en un molinillo para café. Se coloca un filtro en una cafetera. La cafetera se llena con agua y se comienza su calentamiento con energía eléctrica, después de aproximadamente diez minutos la infusión de café esta lista y puede ser servida en tazas.

La energía necesaria para el proceso y el calor perdido no se toman en consideración, así como aquellas etapas de proceso concernientes a la "producción del filtro", "compra de café", "cultivo de café", "tostado del café", "envasado del café", "almacenaje del café", "tratamiento de agua", "consumo por el usuario" y "disposición del filtro usado". El principal objetivo de este análisis es reducir la cantidad de residuos sólidos que deben ser eliminados. El siguiente listado resume los pasos individuales:

- 1. Parámetros considerados:** flujo de *material* (café en grano, agua, filtro), no requieren ser detallados en este caso.
- 2. Alcance del Balance:** Las secuencias del proceso son ignoradas.
- 3. Período de Balance:** Una colada como período representativo que comprende todas las actividades relevantes y materiales en las cantidades usuales.
- 4. Secuencia de Proceso:** "Haciendo café", sub-secuencias: Molida del café, hervido de agua, mezclado extractivo.

5. Diseño de un diagrama de flujo



Datos cuantitativos sobre el flujo de materiales:

Proceso Completo	Materiales	Masa [g]	Costo [Cent]	Origen/destino
Entrada:	Café en grano	10	51	Materia prima
	Agua	250	2	Materia prima
	Filtro	2	15	Material de proceso
Salida:	Infusión de Café	220	256	Producto
	Polvo residual	1	0,02	Residuo no reciclable
	Filtros Usados	7	1	Residuo no reciclable
	Café en grano	34	7	Residuo no reciclable
Balance				
	Entrada= Salida	262		

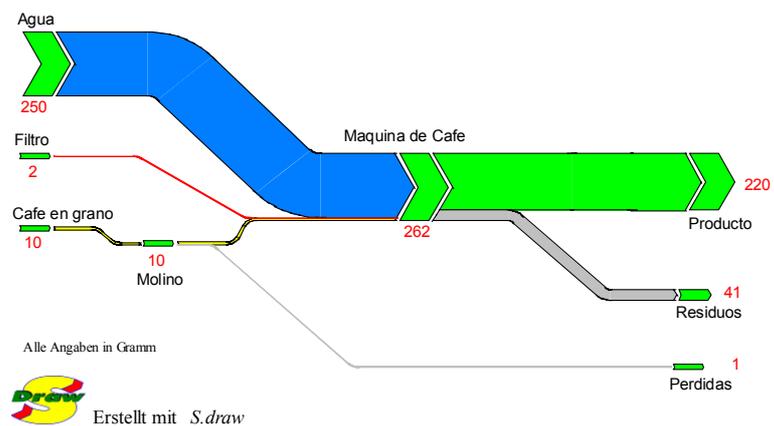
La información fue obtenida por medio de pesada y mediciones, así como por el análisis del registro contable.

Secuencia secundaria del proceso "Haciendo café"	Flujo Material	Masa [g]
Entrada:	Café en Polvo	9
	Agua	250
	Filtro	2
Salida:	Infusión de Café	220
	Filtros Usados	7
	Café en grano	34
Balance		
	Entrada=Salida	261

Para las otras dos secuencias secundarias, pueden ser elaborados balances similares.

En el siguiente diagrama todos los resultados del "Análisis del flujo de Materiales" se muestran gráficamente en forma de un "diagrama Sankey".

Diagrama Sankey



Descripción del Equipo

Molino de Café:

Tipo	COGRI I
Capacidad	10 g
Potencia	50 W

Cafetera (el agua es hervida y la infusión de café se produce en la propia máquina)

Tipo	COCO II
Capacidad	8 tazas
Potencia	500 W

La información anterior fue tomada de la chapilla del equipo de los aparatos y/o de las instrucciones de operación.

7. Interpretación:

Hablando de forma general se puede considerar que la cafetera existente está desaprovechada en su capacidad productiva: la cafetera puede producir ocho tazas pero como promedio solo produce dos tazas a la vez. Una mejor utilización de la capacidad pudiera reducir la cantidad de filtros que se utilizan y desechan.

Durante la molienda y la lixiviación del café se produce un residuo sólido: Durante la molienda el polvo residual es dejado en el molino y en la extracción se genera un residuo compuesto por un filtro usado que contiene el café molido húmedo. Por varias razones (higiénicas, prácticas), este residuo no puede ser reutilizado, con lo cual tenemos como resultado que un 16% del producto que entra se convierte en residuo sólido del cual un 70% es agua. Las estrategias para reducir los residuos que deben ser desechados se ofrecen a continuación:

a. Buenas prácticas operacionales:

Vaciar completamente el molino de café. Mientras que el desecho sólido evitado se puede eliminar a un costo de solamente 0,02 Cent, en comparación al valor del polvo (costo de compra) es de 5 Cent.

b. Otras formas de eliminar los desechos.

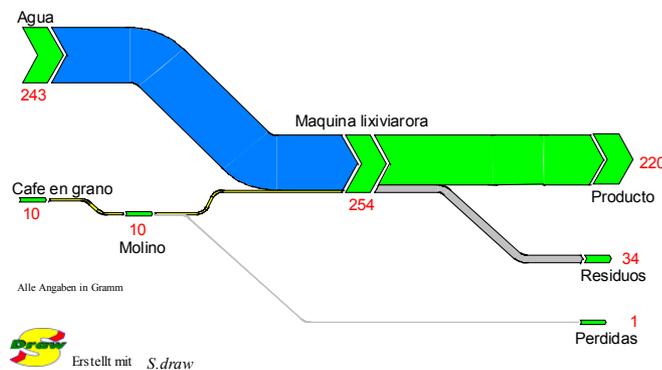
Utilizar los filtros usados y los residuos de café en la producción de abono: Se incurren en los mismos costos de eliminación final. Por otra parte, la producción de abono tiene mucho más sentido que la eliminación sin

tratamiento ya que de esta forma contribuye al reciclaje externo de materiales valiosos.

c. Cambio en los materiales auxiliares al proceso.

Sustituir el filtro de papel por un filtro de oro reutilizable por limpieza y producir abono con los residuos del café molido: El uso del filtro de oro permite que el costo del papel filtro y su eliminación sean ahorrados. El tiempo necesario para reemplazar el filtro en la cafetera no se toma en consideración. El tiempo para limpiar el filtro de oro se define como el equivalente a extraer el papel de filtro usado de la cafetera. El filtro de oro se limpia mecánicamente. El precio del filtro de oro es € 46,00, el período de retorno de pago es después de $90/0,32 = 281$ utilizations de la cafetera, equivalente a un año de explotación.

Gráfico 2

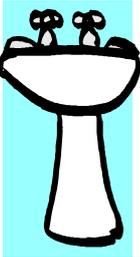


d. Minimizar la cantidad de materias primas utilizadas:

Elaborar un diagrama de tiempo-movimiento para optimizar la utilización de café. Las cantidades de café en polvo usados para cada procesamiento extractivo se plotean en un diagrama y se comparan unas contra otras. Si la variación entre ellas o de referencias predeterminadas es mayor, por ejemplo, del 5%, las causas de estas variaciones deberán ser discutidas para definir medidas remediales apropiadas (Ej. utilización de un dispositivo de dosificación). Aún más, sí se estuviera determinando el indicador "Consumo de café en grano por gramo de producto terminado" en el caso de nuestro ejemplo su valor es de 0,045 gramos de café en grano por gramo de café terminado.



**El agua es
valiosa...
...y cara**



**Desarrolle un
balance de agua.**



3.4 Análisis del Flujo de Materiales para el agua.

No existe ninguna empresa que no utilice el agua de una manera u otra.

El agua es un recurso precioso, el cual no debe ser desperdiciado y aun más evitar tener que tratarla como agua residual.

La administración operacional del agua en una compañía enfrenta costos considerables para el abastecimiento de agua fresca, disposición final al medio así como para el tratamiento interno de sus aguas residuales. Los costos para la descarga o disposición final del agua pueden variar de región en región y fluctúan -sin tratamiento interno- entre 0,5 a 5 EUR por m³ (En Alemania por ejemplo, es aun más cara en algunos lugares).

El uso eficiente del agua va mano a mano con la práctica de Producción Mas Limpia en términos de ecología y economía. En la mayoría de los casos, hay ahorros potenciales inherentes también en consumos energéticos al usarla eficientemente considerando medidas especiales para aquellos que utilizan agua caliente. Estas son las razones por las que debemos enfocar el tema "agua" en una compañía y por qué debemos colectar sus datos dentro del alcance de un "Análisis del flujo de materiales".

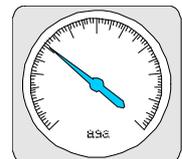
En el contexto del balance de agua, la cantidad de agua que entra a la compañía deberá ser medida a partir de sus fuentes de abasto (entregas de las instalaciones del acueducto municipal, pozos...). Esta cantidad tiene que salir de la compañía nuevamente (descargas de aguas residuales y albañales, en el producto, en evaporaciones....)

Dentro de la compañía hay diferentes consumidores que determinan el consumo total de agua.

El objetivo del balance de agua es identificar las corrientes y ajustes técnicos que tengan potencial para el ahorro en el consumo tanto ecológica como económicamente, es decir, mejoras en términos de menor consumo de agua así como también el logro de reducciones en el contenido de materiales tóxicos en el agua.

Es fácil compilar datos del consumo de agua en comparación con el flujo de otros materiales debido a:

- Contratos anuales con proveedores o con compañías que se dedican a la recolección de aguas residuales.
- Metros para agua, contadores de agua.
- Metros de descargas móviles
- Mediciones en el punto de consumo (cronómetros, depósitos colectores)
- Estimación, cálculo
- Especificaciones de consumo de agua obtenidos de fabricantes o de otras plantas similares
- Indicadores





Una enorme posibilidad de medidas que reducen el consumo de agua

El valor indicativo para el consumo de agua de una oficina, de acuerdo a referencias bibliográficas es:

Edificios de administración: 30-50 litros por día por empleado
(agua sanitaria y para la limpieza)

Las medidas para economizar agua pueden ser clasificadas de acuerdo al "árbol de las medidas". El panorama completo de medidas es muy sofisticado y por consiguiente no hablaremos de cada una de ellas en detalle. La factibilidad de su aplicación deberá ser examinada para cada caso en particular.

- **Nivel 1: Medición en la fuente.**

- Procesos de limpieza en seco
- Pre limpieza mecánica
- Principios del flujo reverso
- Uso en cascada de las aguas residuales
- Instalación de accesorios ahorradores de agua.
- Limpieza con chorros a alta presión
- Limitadores de descarga.
- Cierres detectores de flujo de agua.
- Reducción del contenido de residuos agresivos en aguas residuales
- Separación de las corrientes de aguas residuales
- Evaluación de datos
- Uso de indicadores
- Ingeniería de Control aplicada al ahorro de agua.
- Uso del agua de lluvia.
- Selección de productos químicos y purificadores para su tratamiento que minimicen el riesgo de su contaminación.
- Sistemas de metraje
- ...

Uso múltiple y re uso del agua.

- **Nivel 2: Reciclaje interno**

Re uso en procesos de limpieza no críticos, uso de cascadas, recuperación con el debido uso de sistemas de filtros, cierre de los ciclos de agua...

Una de las tareas será generar un balance de agua con el auxilio de las hojas de trabajo 3-1 y 3-2.



Desarrolle un balance de agua con la hoja de trabajo 3-2

Entrada - Consumo - Salida

Descarga de las aguas residuales:
- directa -indirecta
- contaminantes
- límites
- tratamiento

Sistema de análisis para el flujo de materiales

Balances en unidades de masa(kg., t, g)

Hoja de trabajo 3-2:

Para obtener la entrada de agua utilice las cantidades anuales (Vea también la hoja de trabajo 1-2 Volumen 1)

Ahora deberá determinar, medir, calcular, estimar etc., las cantidades insumidas por los consumidores de mayor importancia (ver a continuación). Si no tiene algún consumidor importante aparte del uso sanitario, puede también dar el porcentaje en la columna "%".

Para la descarga de agua residual declare si la hace directamente (en un río, o en un así llamado lagunato o estero) o si se descarga indirectamente a un canal y después una planta pública se encarga del tratamiento de aguas residuales.

Indique las sustancias que son descargadas por su compañía cuyo contenido sobrepasa las especificadas para el residual sanitario y señale los valores límites importantes con que Ud. debe cumplir en cuanto a contaminantes. En caso de tener tratamiento previo interno de los residuales (separación de aceite, tratamientos biológicos, precipitación de metales pesados) describa brevemente estos procesos.

3.5 Fuentes de información

En primer lugar, dibuje un diagrama de flujo. La hoja de información especialmente diseñada para este propósito (Hoja de trabajo 1, Hoja de flujo del proceso) se explica por sí misma.

Para implementar el Análisis del flujo de materiales en nuestro caso de estudio los siguientes datos son necesarios:

- Tipo
- Cantidad
- Valor
- Punto o lugar donde es utilizado o generado.

Ahora tiene que encontrar esta información en una compañía. Las hojas de trabajo, 3-2 (Hoja de trabajo para datos de agua) y la 3-3 para otros materiales que no sean agua le ayudarán a realizar la tarea.

Las columnas "número" e "identificación" se utilizan para la caracterización del flujo de los materiales. La numeración e identificación del consumidor en las hojas de trabajos 3-2 y 3-3 deberán ser consecuentes con la de los flujos que se indican en el diagrama del flujo de proceso (3-1).

Balance de agua en m³

Los balances se hacen usualmente en las dimensiones kg, t, g, debido a que en este caso en particular se realizará un balance de masa. Por consiguiente en la hoja de materiales los flujos deben ser expresados también en unidades de masa, si no hay alguna razón importante que aconseje el empleo de otras unidades. Para el balance de agua emplearemos el m³ (1 m³ = 1.000 litros), debido a que ésto es lo más común cuando de este fluido se trata con una densidad más o menos igual (~ 1 kg/l) en condiciones de presión y temperatura promedio.

En la última línea de la hoja de muestra, Ud. encontrara un listado de posibles fuentes de datos como los referentes a entradas, que pueden ser obtenidos de la documentación que se encuentra en el registro contable en el departamento de contabilidad, tales como materias primas y materiales auxiliares de proceso; o del departamento de logística o abastecimiento en la forma de materiales según números de códigos que los identifican.

La información relacionada con flujos de proceso puede ser obtenida en el Departamento de Computación (por ejemplo, programas de producción y control) de los supervisores, de los Maestros operarios, de los registros estadísticos de trabajos realizados o de los de producción. Si todas estas fuentes fueran aun insuficientes y no permitieran coleccionar los datos necesarios en cuanto a cantidades y valores, Ud. deberá efectuar sus propias mediciones y confiar en los estimados.

La información de salida es usualmente accesible por medio de las hojas de control.

Esto permitirá que el flujo de ciertos materiales pueda ser seguido desde el punto de entrada a la compañía, siguiendo su trayectoria a través de todas las etapas del proceso hasta el punto en que la abandona. Idealmente se podrá trazar un balance de materiales coherente: La Entrada ha de ser equivalente a la Salida. Lo mismo se aplica a los balances detallados y a las secuencias de procesos individuales.

Una buena estimación del balance es siempre preferible a no tener ninguna, un nivel de estimación con una precisión del orden del 80-90% es considerada como suficiente.

3.6 Análisis del flujo de materiales en empresas de tamaño pequeño y mediano (Empresas PyMEs)

Hay múltiples problemas que Ud. deberá enfrentar al establecer un Análisis de Flujo de Materiales en una empresa pequeña/mediana.

- No existe un sistema de control de proceso
- No existen instrumentos de medición
- Poco tiempo y personal disponible
- Escaso conocimiento acerca de flujos de proceso con balance de materiales.

Problemas típicos



- Poca convicción sobre la necesidad y los beneficios de un análisis del flujo de materiales.
- Los costos de realizarlo no se compensan en proporción con los beneficios.
- Compañías productoras atípicas.
- Alto grado de imprecisión.

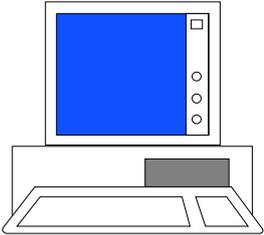
Previsiones y recomendaciones

Recomendaciones importantes:

- El análisis del flujo de materiales deberá ser realizado por etapas iterativas.
- Estimar es mejor que no hacer nada
- Aun con estimaciones es posible mejorar
- 80 - 90% de precisión es suficiente
- Use dispositivos simples para las mediciones
- Use indicadores (también vea el Volumen 9 Control Ambiental)
- Si es necesario póngase en contacto con suministradores o fabricantes de plantas
- Las instrucciones precisas o recetas para elaborar un Análisis del Flujo de Materiales no son esenciales, lo provechoso es el procedimiento creativo

El mero hecho de desarrollar/ trabajar en los balances logra que se alcancen mejoras. ¡Lo Importante! Interpretarlos y transmitirlos utilizando un lenguaje comprensible a la manera de pensar del grupo al que van dirigidos los resultados (\$, kg, escenarios económicos, comparaciones....).

3.7 El uso de hojas de datos y programas para el procesamiento electrónico de datos.



Las herramientas para coleccionar información y establecer una base de datos se encuentran en la literatura especializada en forma de hojas de recolección de datos, listas de comprobación y modelos para entrevistas. Ellos pueden ser utilizados especialmente para preparar cuidadosamente la documentación que se requiere elaborar para proyectos que reclaman la no-contaminación con residuos peligrosos y como una ayuda en la búsqueda de evitar riesgos potenciales al medio ambiente por emisiones. No obstante, antes de ser utilizadas, ellas deben ser comprobadas en cuanto a su utilidad para ser empleadas en un caso particular o deban ser modificadas. Nunca deberán ser procesadas sin haber sido cuidadosamente discutidas y comentadas.



Sugerencia: Asegúrese que Ud. entiende por completo la hoja de datos que se encuentra en el apéndice de este volumen. Asegúrese que Ud. entiende por completo el listado de comprobación para verter residuos peligrosos que se encuentra en el volumen 1

En cualquier oficina actualmente las computadoras personales (PCs) son equipos normales dotados con programas cibernéticos, para el procesamiento automático de datos en forma de hojas de cálculo, como por ejemplo MS-Excel, los cuales también son muy útiles en términos de administración de datos y para el desarrollo y presentación del análisis de resultados con gráficos.