

**ESTUDIO DE PREVENCION DE LA CONTAMINACION INDUSTRIAL
POR
LA PROMOCION
DE
TECNOLOGIAS DE PRODUCCION MAS LIMPIAS
EN SANTA FE DE BOGOTA
REPUBLICA DE COLOMBIA

ESTUDIO DE CASOS**

Julio de 1999

MITSUBISHI CHEMICAL ENGINEERING CORPORATION

MPI

JR

99-136

CONTENIDO

Capítulo 1 TEXTIL

Estudio de Caso 1 -1 Optimización de la Dosificación de Colorantes (Tasa de bañode tinte · Dosis de sal neutral)	1
Estudio de Caso 1 -2 Cumplimiento de 5S (Seiri-Seiton: Clasificación y Orden) y erradicación de errores en el trabajo	4
Estudio de Caso 1 -3 Recuperación del calor residual	6

Capítulo 2 REFINAMIENTO DE GRASAS Y ACEITES

Estudio de Caso 2-1 Regulación de las condiciones de operación del centrifugador(Superdecanta)	1
Estudio de Caso 2-2 Recuperación térmica del aceite en el sistema de desodorización para el aceite de materia prima	3
Estudio de Caso 2-3 Adopción de la trampa de vapor economizadora	5
Estudio de Caso 2-4 Almacenamiento del aceite refinado en una cámara de temperatura invariable	7

Capítulo 3 PRODUCCION DE JABONES

Estudio de Caso 3-1 Tratamiento del gas de emisión en el proceso de secado de detergentes	1
Estudio de Caso 3-2 Reducción en la descarga de las aguas residuales de la planta	3
Estudio de Caso 3-3 Conversión de aceites residuales en los valubles	5
Estudio de Caso 3-4 Mejora en la eficiencia del flujo material en la planta	7

Capítulo 4 GALVANICA

Estudio de Caso 4-1 Complejo Industrial de Galvanización de Tokio (Isla de Keihin) (1997)	1
Estudio de Caso 4-2 Complejo Industrial Galvánico de Osaka (Nishiyodogawa) (1987)	9
Estudio de Caso 4-3 Recuperador de Acido Sulfúrico	21
Estudio de Caso 4-4 Tratamiento de Aguas Residuales de una Empresa (Mitaka Kinzoku)	30

CAPITULO 1

TEXTIL

Estudio de Caso 1 -1 Optimización de la Dosificación de Colorantes (Tasa de bañode tinte • Dosis de sal neutral)	1
Estudio de Caso 1 -2 Cumplimiento de 5S (Seiri-Seiton: Clasificación y Orden) y erradicación de errores en el trabajo	4
Estudio de Caso 1 -3 Recuperación del calor residual	6

Estudio de Caso 1- 1

Optimización de la Dosificación de Colorantes (Tasa de baño de tinte • Dosis de sal neutral)

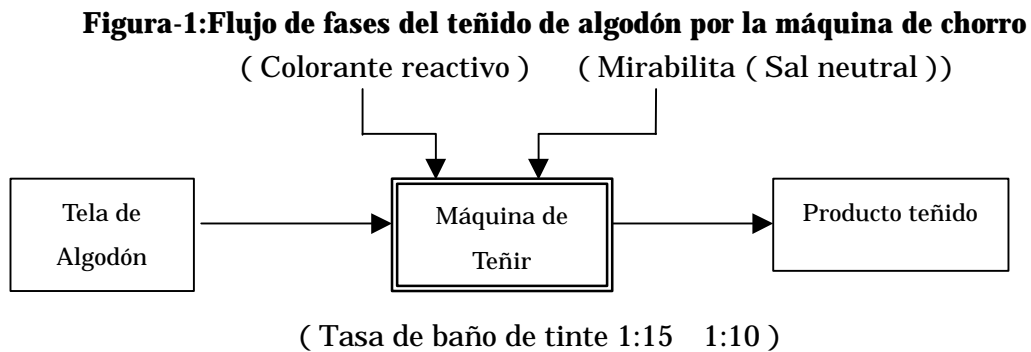
(1) Subsector: Teñido

(2) Producto: Teñido y tratamiento posterior de telas

(3) Punto clave de la tecnología de la PML : Reducción de la tasa de baño de tinte y optimización de la cantidad de productos químicos a usar

1. Proceso de Teñido

El flujo de fases del teñido de algodón con la máquina de teñir por chorros es el que indica la figura-1.



2. Antecedentes

Como parametros normales del teñido para la tela de algodón(tanto de géneros de punto como de tejido) en tres grados, se había establecido la tasa de baño de tinte en 1 : 15 y la cantidad de mirabilita o sal de Glauber (sal neutral) como lo siguiente:

Cuadro 1

Fórmula	Densidad de Tinte (% owf)	Mirabilita (g/l)
1	S < 1.0	40
2	1.0 S < 3.0	60
3	3.0 S	80

Por ejemplo, cuando se teñía una tela de algodón de 300kgs. para un teñido pálido (con la densidad de tinte en 0,25%), un teñido mediano (en 2 %) y un teñido fuerte (en 6 %) , la dosificación de cada fórmula era la siguiente:

Cuadro 2

Color	Densidad de Tinte(% owf)	Peso del tinte (kg)	Peso de la mirabilina (kg)	Cantidad de Agua (l)
Pálido	0.25	0.75	180	4,500
Mediano	2.0	6.0	270	
Fuerte	6.0	18.0	360	

3. Descripción de la tecnología de la PML

Tras racionalizar cada proceso y realizar varios análisis con estrecha colaboración con los fabricantes de máquinas de teñir y de tintes, se consiguió optimizar las cantidades de sal de Glauber y de agua, estableciendo la tasa de baño de tinte en 10:1 para obtener el mismo teñido que con los métodos convencionales. La dosificación de cada elemento es la siguiente:

Cuadro 3

Color	Densidad de Tinte (% owf)	Peso del Tinte (kg)	Peso de Mirabilita (kg)	Cantidad de Agua (l)
Pálido	0.26	0.78	45	3000
Mediano	2.06	6.18	120	
Fuerte	6.18	18.54	195	

4. Efecto de la tecnología de la PML y la mejora

Si se calcula el monto de la mejora en el costo en base a los precios colombianos, queda como las siguientes cifras:

Premisas : Precio del tinte: 30,000 \$ /kg

Precio de mirabilita: 450 \$ /kg (Sal comestible : 270 \$ /kg)

Agua industrial: 1,600 \$ /t

Cuadro 4

Color	Costo del tinte (\$)	Costo de Mirabilita (\$)	Costo de Agua (\$)	Total (\$)	Costo Reducido (\$ / 1kg de producto)
Pálido	+ 900	60,750	2,400	62,250	207
Mediano	+ 5,400	67,500	2,400	64,500	215
Fuerte	+ 16,200	74,250	2,400	60,450	201

De esta manera, se consigue disminuir unos 200 pesos colombianos del costo por cada kilo de producto. Por otra parte, en Colombia se utiliza con frecuencia la sal en lugar de mirabilita, y en tal caso, la reducción del costo quedará en unos 100 pesos /kilo de producto.

5.Comentarios

El ajuste de tales condiciones como la tasa de baño de tinte, densidad de tinte, cantidad de la sal neutral aditiva debe realizarse consultando con los fabricantes de tintes, puesto que estas condiciones se puede variar según las máquinas de teñir, telas o tintes que se usen.

Estudio de Caso 1-2

Cumplimiento de 5S (Seiri-Seiton: Clasificación y Orden) y erradicación de errores en el trabajo

(1) Subsector: Teñido

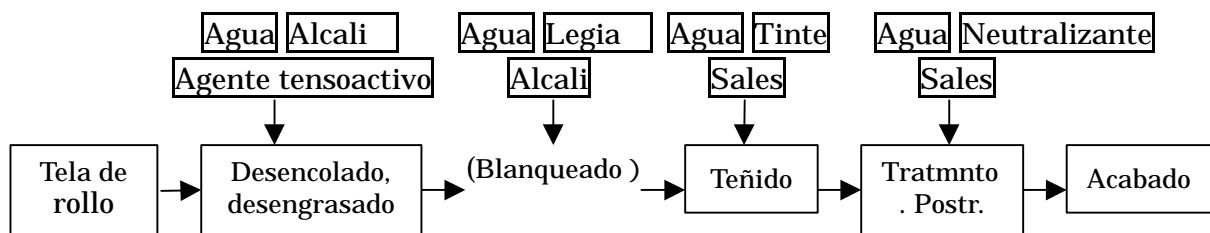
(2) Producto: Teñido y tratamiento posterior de telas

(3) Punto clave de la tecnología de la PML : Prevención de errores mediante la normalización del trabajo

1. Procesos de Teñido

La figura-1 muestra el flujo de procesos del teñido por lote en una tintorería. Un lote consiste en 3 o 4 fases, y en cada una de ellas se añaden varios productos químicos o tintes.

Figura-1 : Flujo de procesos de teñido por lote



2. Antecedentes

Antes, para cada lote de teñido se preparaban los productos químicos en la sala de dosificación, los guardaban en recipientes de plástico y los colocaban al pie de la máquina de teñir por orden de adición. La foto de abajo muestra esa práctica. Cuando había alguna anomalía en el proceso por algún fallo de la máquina, surgían confusiones o desorden de trabajo, o inesperados relevos de operarios en medio de la operación provocaban a veces confusiones en el orden de adición de los productos químicos.



3. Descripción de la tecnología de la PML

Tras la discusión interna entre el personal implicado, incluso el de la sala de dosificación, decidieron normalizar los puntos siguientes:

- (1) Cambiar de color los recipientes según los productos químicos ,
- (2) Marcar el suelo del pie de la máquina de teñir para la ubicación de los recipientes,
- (3) Indicar cada zona de ubicación con el número de orden,
- (4) Colocar cada recipiente con el producto químico en su lugar correspondiente según orden de adición.

Figura-1 Esquema de la indicación de lugar

1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

4. Efecto de la tecnología de la PML

Además de prevenir la equivocación del orden de los productos a añadir, se hace mejor clasificación y orden en el lugar de trabajo, lo que facilita cada operación, mejorando así el ambiente laboral.

El usar el mismo recipiente para un determinado producto químico ahorra la frecuencia de su lavado y el agua de enjuague.

5. Comentarios

- (1) Se trata de un caso de 5S, y existen en realidad varios lugares donde deben clasificar y ordenar las cosas como la sala de dosificación y preparación.
- (2) Si se pretende introducir las actividades de 5S, se recomienda que las hagan en pequeños grupos en que puedan participar todos los implicados.

Estudio de Caso 1-3 Recuperación del calor residual

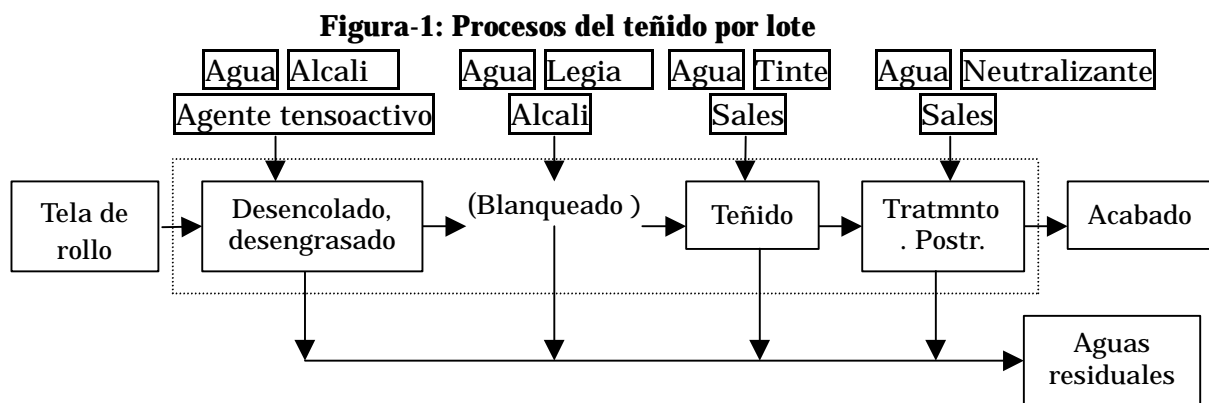
(1) Subsector: Teñido

(2) Producto: Teñido de tela de poliéster

(3) Punto clave de la tecnología de la PML: Recuperación del calor residual

1. Producto y procesos de producción

Dentro del proceso de la tintorería, se muestra el flujo del teñido por lote en la figura-1.



En cada fase, tras añadirse los productos químicos o tintes para la reacción química, se vacía el líquido procediendo al lavado y re-vaciado. Se repite esta operación en cada fase y el agua usada se elimina como efluentes.

2. Antecedentes

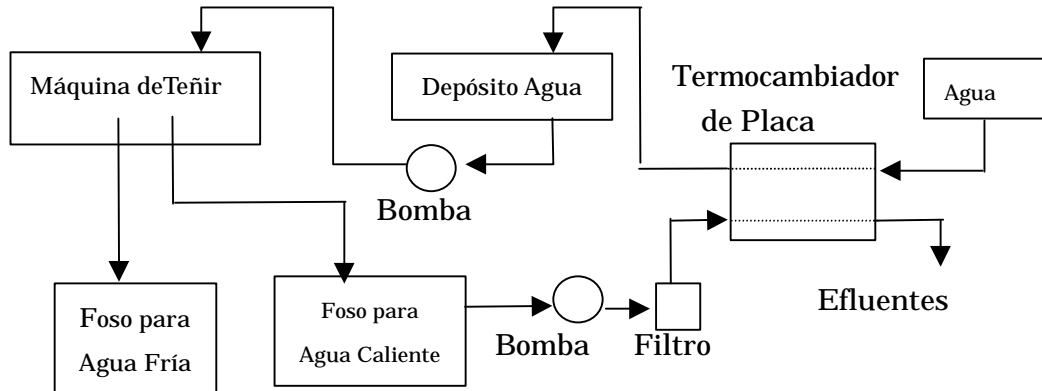
Las aguas residuales procedentes de la máquina de teñir eran eliminadas al alcantarillado público sin recuperar apenas su calor, aunque una pequeña parte era recuperada por el termocambiador que tiene dicha máquina.

3. Descripción de la tecnología de la PML

Se recupera el calor residual que contienen las aguas residuales de alta temperatura, procedentes de la máquina de teñir, intercambiándolas térmicamente con el agua limpia que se va a usar en el proceso del teñido.

Se separan las aguas residuales de alta temperatura de las frías, preparando por separado los fosos receptores de aguas que salen de la máquina. El agua caliente será bombeada para pasar por el filtro que eliminará impurezas y a continuación ser enviada al termocambiador de placa donde el agua limpia recuperará el calor residual. Una vez enfriadas las aguas residuales, pasarán al sistema de tratamiento de aguas. El agua limpia, por su parte, se almacenará en un depósito de agua caliente y se suministrará al proceso del teñido.

Figura-2



4. Efecto de la tecnología de la PML

Al calentarse el agua limpia destinada al proceso, se ha ahorrado el vapor para calentar el líquido de la máquina y consecuentemente se ha reducido el consumo del combustible, por lo que la inversión en el sistema de intercambio térmico ha sido recuperada en un período corto.

5. Comentarios

- a. Para el mejor rendimiento, se recomienda se usen sólo las aguas residuales muy calientes; y lo ideal será que tengan más del 80 °C.
- b. En caso de pretender también el enfriamiento de los efluentes, puede aprovecharse incluso las de hasta el 60 °C.

CAPITULO 2

REFINAMIENTO DE GRASAS Y ACEITES

Estudio de Caso 2-1 Regulación de las condiciones de operación del centrifugador(Superdecanta)	1
Estudio de Caso 2-2 Recuperación térmica del aceite en el sistema de desodorización para el aceite de materia prima	3
Estudio de Caso 2-3 Adopción de la trampa de vapor economizadora	5
Estudio de Caso 2-4 Almacenamiento del aceite refinado en una cámara de temperatura invariable	7

Estudio de Caso 2-1

Regulación de las condiciones de operación del centrifugador(Superdecanta)

(1) Subsector: Producción de resina sintética

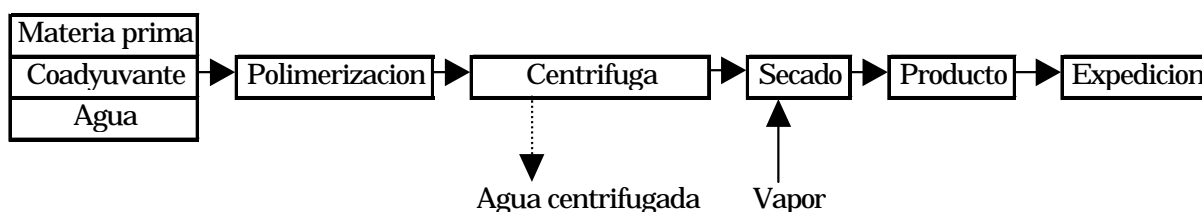
(2) Producto: resina sintética en polvo (partículas)

(3) Punto clave de la tecnología de la PML:

1. Producto y proceso de producción

Este producto se hace mediante la polimerización por suspensión. Como la reacción química se realiza bajo el agua, la resina sintética producida es separado por un centrifugador, Superdecanta y es secada a continuación para obtener el producto final.

Figura-1:Proceso de producción de la resina



2. Antecedentes

Cuando se aumentaba la sensibilidad sobre el ahorro de energía, a fin de reducir el consumo del vapor, se revisaron las condiciones de operación de la Superdecanta.

3. Descripción de la tecnología de la PML

- Tener menos profundidad en el dique de la superdecanta para alargar la zona de deshidratación,
- Aumentar las revoluciones de la superdecanta para incrementar la fuerza centrífuga G ,
- Disminuir el volumen de alimentación a la superdecanta conforme a la producción para alargar el tiempo de retención,
- Concentrar la pasta aguada al máximo para reducir el contenido de agua,

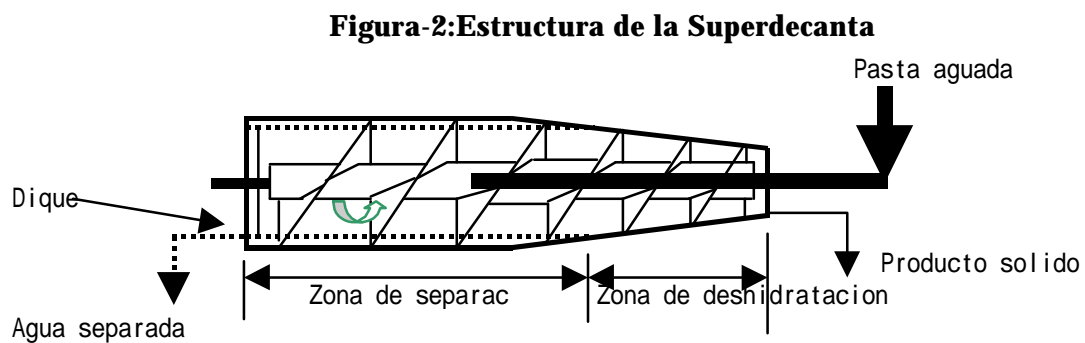
Con estos métodos, se ha conseguido reducir el agua contenida en la resina sintética en polvo.

4. Efecto de la tecnología de la PML

Al reducir el contenido de agua en la resina en polvo, se ha podido disminuir el consumo de vapor en el secado, ahorrando el agua y el combustible para la caldera.

5. Comentarios

- a. Hay que optimizar estas condiciones tras confirmar el margen en la capacidad del motor del centrifugador, pérdida de la resina en polvo en el agua exprimida, dificultad de transporte de la pasta aguada de la resina entre otros factores.
- b. A pesar de ser un caso de la resina, lo hemos tomado como un ejemplo para el subsector del refinamiento de grasas y aceites con el mismo mecanismo de la superdecanta.



Estudio de Caso 2-2

Recuperación térmica del aceite en el sistema de desodorización para el aceite de materia prima

(1) Subsector: Refinamiento de grasas y aceites

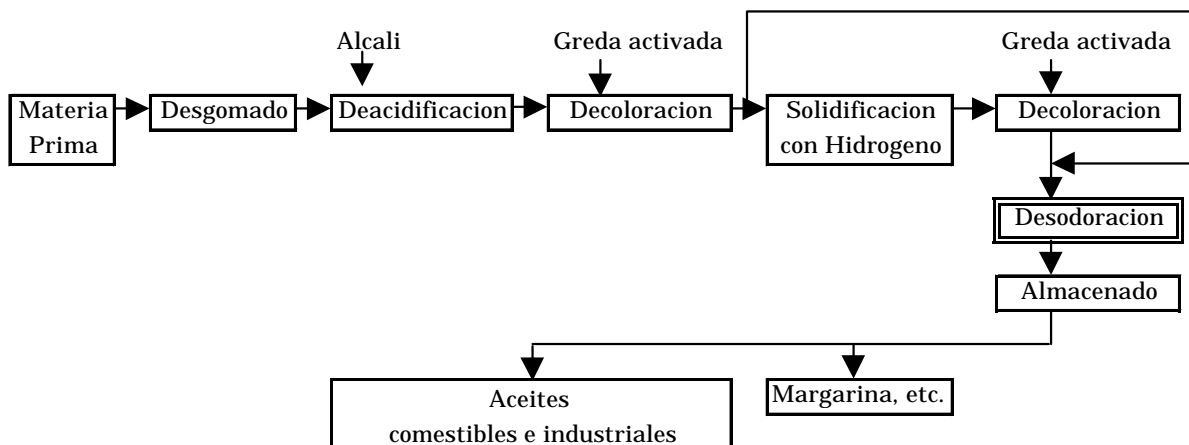
(2) Productos: Aceites comestibles, los industriales y margarina

(3) Punto clave de la tecnología de la PML:

1. Producto y proceso de producción

El caso de que se trata es una planta corriente de refinamiento de aceites y grasas, utilizando el aceite vegetal de palma, y aceites y grasas animales de pescado, res y cerdo como pateria prima. Tiene los procesos de: desgomado, deacidificación, decoloración y desodorización. Una vez pasado por la última fase de desodorización, el aceite refinado es expedido como productos: aceites comestibles, los industriales o margarina. La capacidad del sistema de desodorización es de 6.000 toneladas al mes.

Figura-1 Proceso de Refinamiento



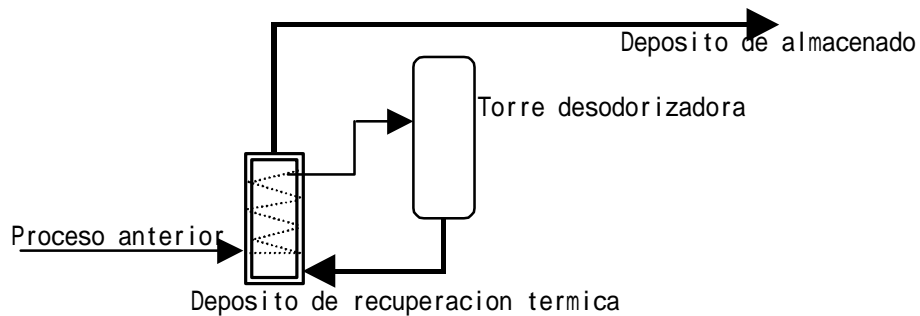
2. Antecedentes

Tiene un sistema de desodorización normal y otro de tipo de ahorro energético. Y el primero ha sido reformado para el tipo economizador.

3. Descripción de la tecnología de la PML

- a. Se usa el producto caliente después del proceso de desodorización como fuente calórica para calentar la materia prima.
- b. Para recuperar esta caloría, se instalaron un depósito de recuperación térmica (material: SUS316L) y una bobina (material: SUS316L)

Figura-2:Idea del sistema de recuperación térmica



4. Efecto de la tecnología de la PML

Se han ahorrado tanto el vapor para calentar la materia prima como el agua de enfriamiento para el producto caliente.

Efecto: Más de 500kg/H, al calcular el vapor saturado en 8kg/cm^2

5. Comentarios

- a, La desodorización alcanza más de 200 , nivel suficiente para servir de fuente calórica.

Estudio de Caso 2-3

Adopción de la trampa de vapor economizadora

(1) Subsector: Refinamiento de grasas y aceites

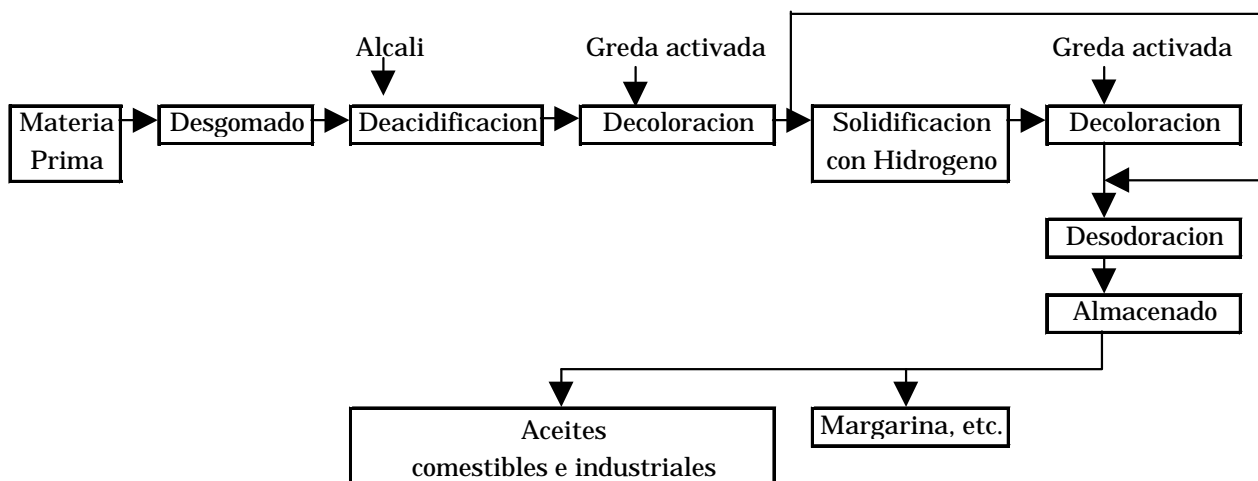
(2) Productos: Aceites comestibles, los industriales y margarina

(3) Punto clave de la tecnología de la PML:

1. Producto y proceso de producción

El caso de que se trata es una planta corriente de refinamiento de aceites y grasas, utilizando el aceite vegetal como el de palma, y aceites y grasas animales como de pescado, res y cerdo como pateria prima. Tiene los procesos de: desgomado, deacidificación, decoloración y desodorización. Una vez pasado por la última fase de desodorización, el aceite refinado es expedido como productos: aceites comestibles, los industriales o margarina. La capacidad del sistema de desodorización es de 6.000 toneladas al mes.

Figura-1 Proceso de Refinamiento



2. Antecedentes

Utilizan el vapor para el calentamiento y conformación en baja presión, etc. Las trampas o interceptores instalados en la tubería de distribución y en cada sistema que consume el vapor juegan un papel vital para la productividad y el ahorro de energía del sistema de generación de vapor.

Por lo tanto, han sido cambiadas por otras que optimicen la productividad del sistema de generación de vapor y reducción del costo de producción.

3. Descripción de la tecnología de la PML

- a. Se han escogido trampas de vapor de tipo ahorrador de energía que cumplan las condiciones abajo mencionadas para reemplazar las actuales:
- 1) Que tengan una hermeticidad segura entre la válvula y el asiento para garantizar la separación total del vapor y el agua (Economía)
 - 2) Que puedan eliminar rápidamente el agua condensada dentro del sistema para evitar que ocurran fallos de aire o de vapor (Productividad)
 - 3) Que sean resistentes para el uso largo tanto la válvula como el asiento, al igual que la palanca y perno (Resistencia)
 - 4) Que sean fáciles de revisar y desmontar para su mejor mantenimiento (Facilidad de mantenimiento)

4. Efecto de la tecnología de la PML

Al cambiar las trampas por otras economizadoras, se ha ahorrado el combustible entre un 15 y 20 %.

5. Comentarios

- a. En este subsector de Santa Fé de Bogotá, apenas se observa el cuidado del mantenimiento de temperatura ni en la tubería de vapor ni sistemas que consumen el mismo, por lo que se genera bastante agua condensada, además de la gran fuga del vapor o de agua a la atmósfera a través del regulador de agua.
- b. Entre las recomendaciones preliminares, se han sugerido el mantenimiento de temperatura y la instalación de trampas de vapor. Al adoptarse estas recomendaciones, se sugiere que utilicen las trampas de tipo economizador, de las que se menciona en este capítulo.

Estudio de Caso 2-4

Almacenamiento del aceite refinado en una cámara de temperatura invariable

(1) Subsector: Refinamiento de grasas y aceites

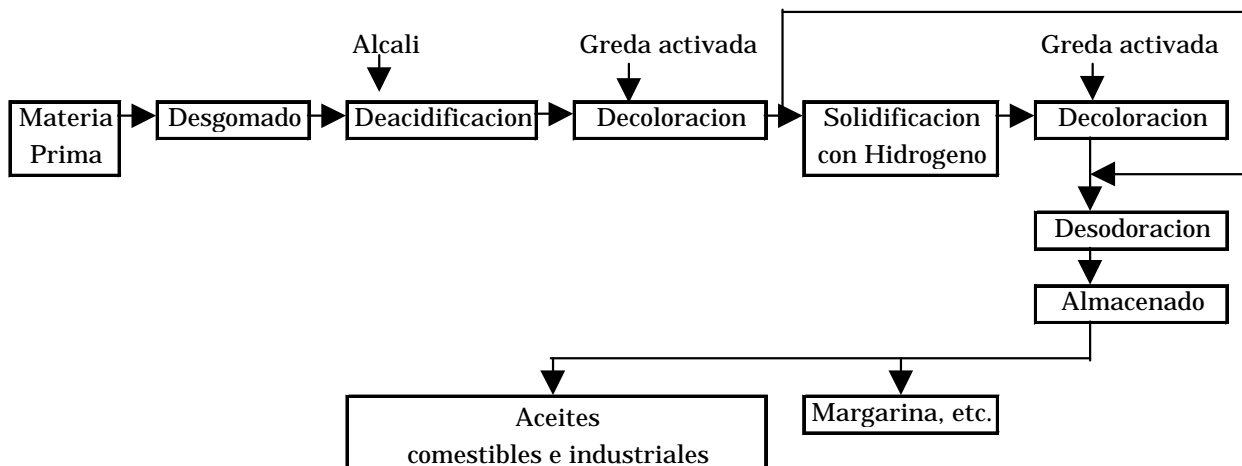
(2) Productos: Aceites comestibles, los industriales y margarina

(3) Punto clave de la tecnología de la PML:

1. Producto y proceso de producción

El caso de que se trata es una planta corriente de refinamiento de aceites y grasas, utilizando el aceite vegetal como el de palma, y aceites y grasas animales como de pescado, res y cerdo como patería prima. Tiene los procesos de: desgomado, deacidificación, decoloración y desodorización. Una vez pasado por la última fase de desodorización, el aceite refinado es expedido como productos: aceites comestibles, los industriales o margarina. La capacidad del sistema de desodorización es de 6.000 toneladas al mes.

Figura-1 Proceso de Refinamiento



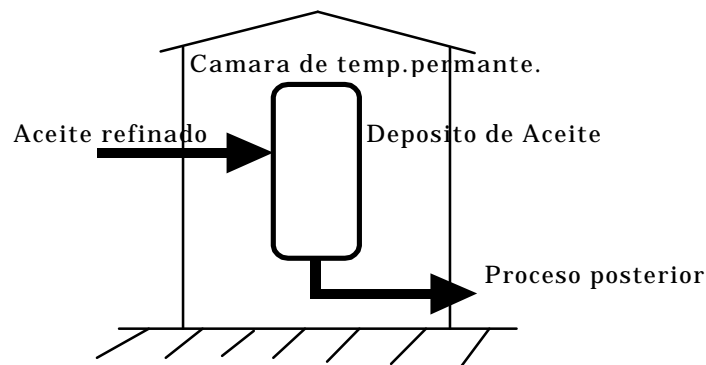
2. Antecedentes

Para garantizar una buena almacenabilidad, el aceite refinado se guarda a una determinada temperatura. No obstante, el calentamiento repetido por el vapor provocaba la degradación o descomposición del aceite.

3. Descripción de la tecnología de la PML

- a. En vez de calentar oportunamente el depósito de aceite refinado, se ha ubicado el mismo depósito dentro de una edificación y se mantiene a una temperatura el ambiente de esa cámara.

Figura-2: Cámara de temperatura permanente



4. Efecto de la tecnología de la PML

Al controlar la temperatura ambiental de la cámara donde está ubicado el depósito de aceite refinado a unos 50 °C, en vez de calentar el aceite directamente con un calentador, la temperatura del aceite no se varía, lo que permite su almacenamiento en mayor tiempo sin degradación de calidad.

5. Comentarios

- a. Con esta mejora se evita el rechazo de recepción de los productos por parte de los clientes debido a la degradación de calidad, al igual que la repetición del proceso de refinamiento o desecho del producto, contribuyendo así a la prevención de la contaminación.

CAPITULO 3

PRODUCCION DE JABONES

Estudio de Caso 3-1	Tratamiento del gas de emisión en el proceso de secado de detergentes	1
Estudio de Caso 3-2	Reducción en la descarga de las aguas residuales de la planta	3
Estudio de Caso 3-3	Conversión de aceites residuales en los valubles	5
Estudio de Caso 3-4	Mejora en la eficiencia del flujo material en la planta	7

Estudio de Caso 3-1 Tratamiento del gas de emisión en el proceso de secado de detergentes

(1) Subsector: Producción de detergentes

(2) Producto: Detergentes sintéticos

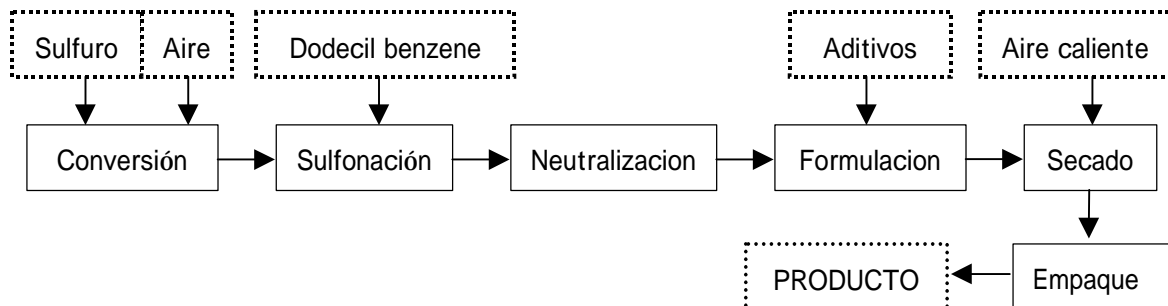
(3) Punto clave de la tecnología de la PML: Reciclaje del agua de lavado del gas de emisión procedente del secador de pulverización

1 . Producto y Proceso de fabricación

El detergente se fabrica añadiendo varios aditivos como agentes mezcladores al material de base, agente tensoactivo. La figura 1 muestra el flujo del proceso de fabricación de detergente, constituido por la sulfonación de alquilobenceno lineal, obtención de sulfonato de alquilobenceno (LAS) lineal mediante neutralización, mezclado de aditivos, secado, empaquetado, etc.

En el proceso de secado, se mezcla el LAS con varios materiales como celulosa de carboximetileno(CMC), sulfato sódico, silicato de sodio , ceniza de sosa (carbonato sódico), y se pulveriza esta mezcla por una bomba de alta presión para secarla con el aire de una temperatura de entre 200 y 300 .

Figura-1: Flujo de proceso de fabricación de detergente



2. Antecedentes

Como el gas emitido del secador de pulverización contiene partículas de un tamaño inferior a 100μ , es necesario hacer su tratamiento. Normalmente se hace el lavado en húmedo, ya que el gas emitido del secador está altamente húmedo. Antes, había una gran carga en las aguas residuales debido a gran cantidad de agua de lavado que se requería para evitar el espumaje causado por partículas de detergente interceptadas.

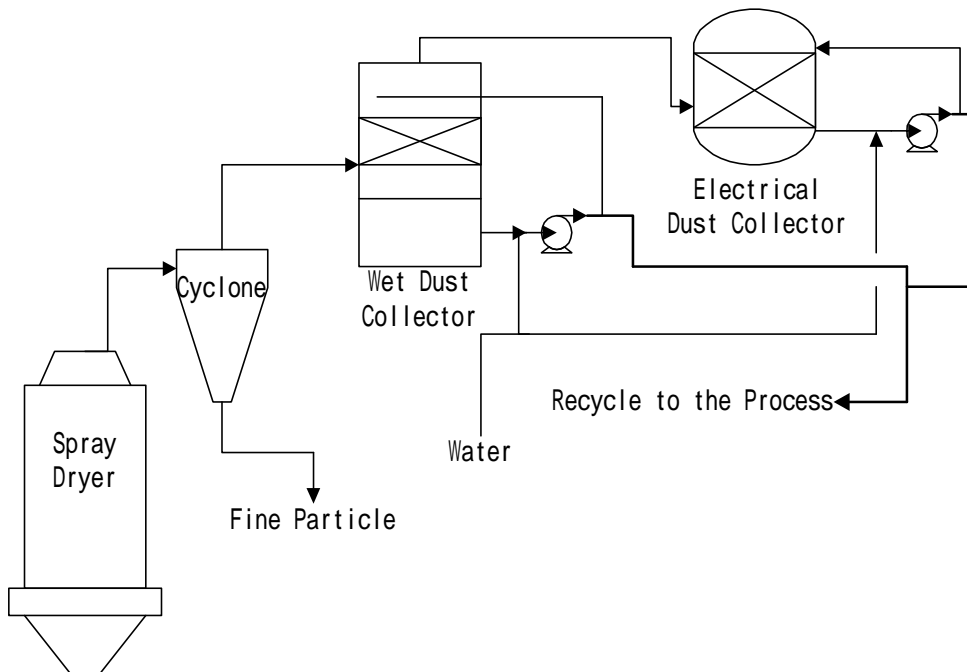
3. Descripción de la tecnología de la PML

La figura 2 muestra el flujo de tratamiento del gas emitido del secador de pulverización.

Se pueden identificar las mejoras abajo mencionadas como tecnología de la PML.

1. Reducir las partículas que entren en la torre de lavado húmedo, incrementando la eficacia de interceptación en el secador y el ciclón.
2. Reciclar el agua de lavado para disminuir en gran medida el consumo del agua.
3. Reciclar el agua de circulación en el proceso de fabricación.

Figura-2: Flujo del tratamiento del gas emitido del secador



4. Efecto de la tecnología de la PML

Se ha conseguido reducir notablemente las aguas residuales de la planta mediante la disminución del agua de lavado y el reciclaje de la misma en el proceso de fabricación.

5. Comentarios

Las partículas de detergente que contiene el gas emitido del secador es de muy pequeña cantidad, por lo que tiene poco efecto económico recuperarlas con el fin de aprovecharlas para los productos. Y sin embargo, el reciclaje del agua de lavado en el proceso ha contribuido a una gran reducción en la generación de las aguas residuales, siendo un modelo típico de la tecnología de la PML, que ofrece una amplia posibilidad de aprovecharlo.

Estudio de Caso 3-2 Reducción en la descarga de las aguas residuales de la planta

(1) Subsector: Producción de jabones

(2) Producto: Jabón

(3) Punto clave de la tecnología de la PML: Incineración de las aguas residuales en el incinerador

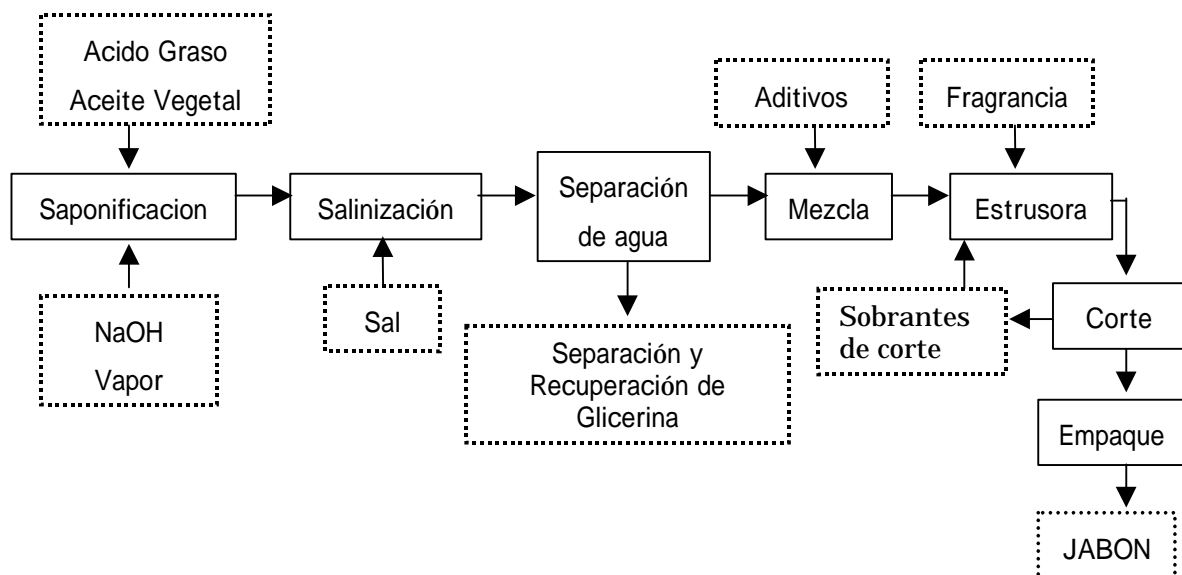
1.Producto y proceso de fabricación

La figura -1 muestra el flujo de proceso de fabricación de jabones.

Tras saponificar los aceites y grasas de materia prima con la sosa cáustica, se obtiene la soda sin mezcla mediante el desplazamiento salino. Tras ajustar el contenido de agua, esta soda pura es sometida a las fases de: amasado, mezcla de aditivos, moldeado y corte, grabado, empaquetado, etc., para su expedición como producto final.

En cada fase de fabricación, es necesario lavar los equipos cuando hay cambio de clase de producto, lo que genera aguas residuales. Normalmente, se producen aguas residuales por la separación y refinado de glicerina del líquido en la fase del desplazamiento salino, y su tratamiento lo hace otra empresa en Japón.

Cuadro-1: Flujo del proceso de fabricación de jabones



2. Antecedentes

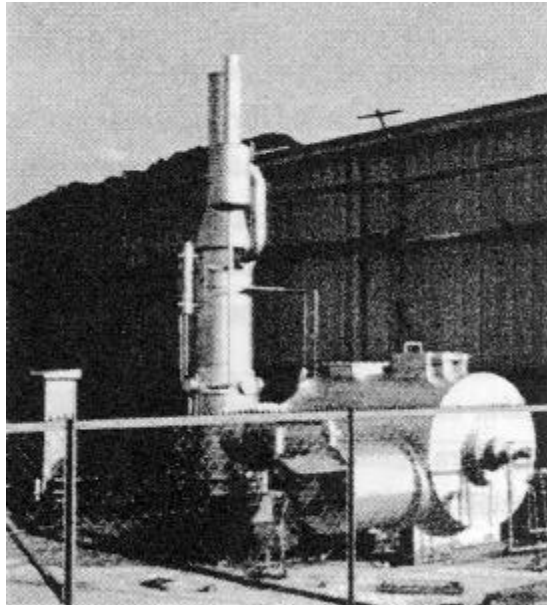
Las aguas residuales por el lavado eran tratadas por un sistema de tratamiento de aguas, instalado en la planta de refinamiento de aceites y grasas; y sin embargo, debido al traslado de dicha planta, surgió la necesidad de estudiar un nuevo método de su tratamiento.

3. Descripción de la tecnología de la PML

Debido al riguroso control de emisión al alcantarillado, se ha decidido introducir un incinerador en la fábrica para evaporar e incinerar las aguas residuales.

El cuadro-2 muestra un ejemplo de incinerador.

Cuadro-2: Incinerador



4. Efecto de la tecnología de la PML

Se dejó de producir efluentes en la fábrica.

5. Comentarios

Si la cantidad de aguas residuales es pequeña, es posible conseguir el mismo efecto que este ejemplo pulverizándolas en la caldera.

Por otra parte, en cuanto a los efluentes de las pequeñas y medianas fábricas que operan en la Santa Fé de Bogotá, será interesante estudiar sobre la posibilidad de hacer tratamiento centralizado, donde se haga tratamiento conjuntamente de aguas de algunos subsectores similares como el de refinamiento de aceites y grasas, y el de fabricación de jabones. Queda también la posibilidad de recuperar y aprovechar el calor residual en caso de que contengan bastantes materiales inflamables.

Estudio de Caso 3-3 Conversión de aceites residuales en aprovechables

(1) Subsector: Fabricación de jabones

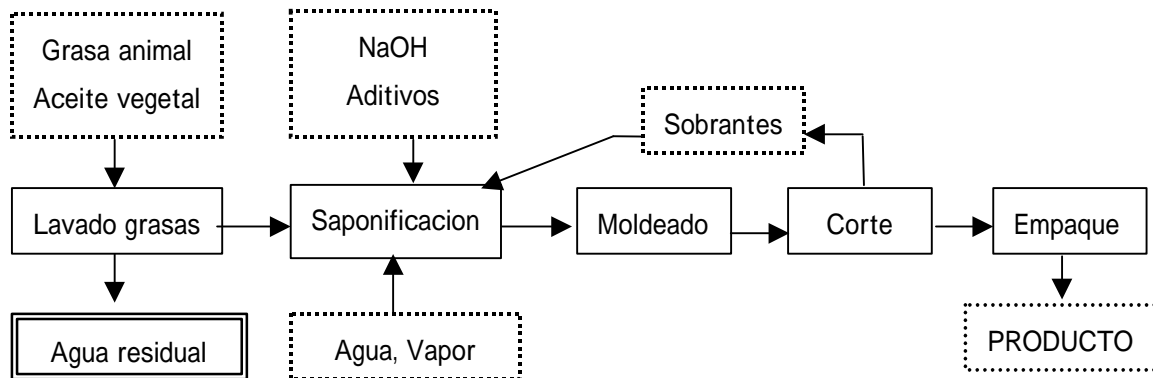
(2) Producto: Jabón

(3) Punto clave de la tecnología de la PML: Fabricación de jabones con el aceite residual recolectado en el refinamiento de aceite

1. Producto y proceso de fabricación

El cuadro -1 indica el flujo de proceso de fabricación que tiene la mayoría de las fábricas de jabones que operan en Santa Fé de Bogotá. Se lavan los aceites y grasas para obtener la materia prima para la saponificación. Hay fábricas que no tienen este proceso de lavado de aceite.

Cuadro -1: Flujo de proceso de fabricación de jabones



2. Antecedentes

La mayoría de las fábricas en Santa Fé de Bogotá elaboran jabones en barra para el lavado de ropa. Sobre todo, las pequeñas y medianas empresas se dedican a fabricar los productos económicos para los consumidores de menor ingreso. Sus técnicas de fabricación son propias, basadas en las experiencias de cada una, además de que la exigencia sobre la calidad de la materia prima es moderada.

En Colombia, tanto el subsector de refinamiento de aceites y grasas como el de fabricación de jabones atraviesan dificultades para la obtención de la materia prima, por lo que se esfuerzan por fabricar sus productos con unas materias primas de baja calidad.

3. Descripción de la tecnología de la PML

Aprovechar los productos secundarios abajo mencionados que se obtienen en las trampas o interceptores de aceite en las plantas de refinamiento de aceites y grasas

como materia prima para fabricar jabones.

1 . Espuma

2 . Fango

En Santa Fé de Bogota, ascienden a 500 toneladas al mes estos aceites residuales que se recogen en las plantas de refinamiento de aceites para ser utilizados en las fábricas de jabones como materia prima.

4. Efecto de la tecnología de la PML

Como los aceites residuales o fangos no son aprovechables en las plantas de refinamiento del aceite, además de que puedan contaminar el medio ambiente si se botan estos desechos, es enorme el efecto de convertirlos en materiales aprovechables.

5. Comentarios

En Japón, las materias primas son minuciosamente escogidas ante una demanda muy exigente para los productos de jabón, por lo que la idea que se propone aquí no se puede aplicar actualmente en el subsector de la fabricación de jabones japonés. A pesar de que en el futuro, también en Santa Fé de Bogotá puede surgir la misma exigencia por los consumidores, puede responder por el momento a la necesidad del subsector como parte de la tecnología de PML.

Estudio de Caso 3-4 Mejora en la eficiencia del flujo de material en la planta

(1) Subsector: Fabricación de jabones

(2) Producto: Jabón

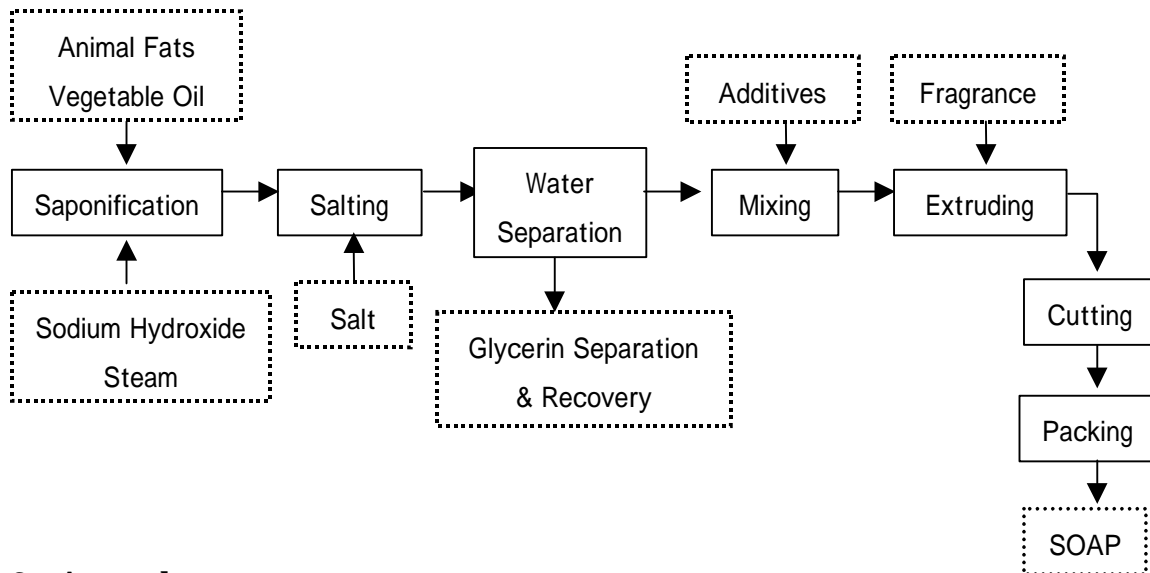
(3) Punto clave de la tecnología de la PML: Mejoramiento de la eficiencia del aprovechamiento espacial en el proceso de fabricación mediante el uso de paletas

1. Producto y proceso de fabricación

El cuadro-1 muestra el flujo de proceso de fabricación de jabones.

Se divide entre la fase de elaboración del material base de jabón mediante la saponificación de los aceites y grasas, y la otra en que se añaden los aditivos para moldear y cortar, y finalmente empaquetar para sacarlo como producto final.

Cuadro-1: Flujo de proceso de fabricación de jabones



2. Antecedentes

Lo que se observa con frecuencia en las pequeñas y medianas fábricas de Santa Fé de Bogota es el desorden sin clasificación, por lo que hay cosas innecesarias por todas partes en el lugar de trabajo, reduciendo la eficiencia del flujo de materiales. El cuadro-2 muestra un ejemplo.

Es necesario mejorar la eficiencia del aprovechamiento espacial de la planta para incrementar la productividad.

3. Descripción de la tecnología de la PML

Aumentar la eficacia utilizando paletas para trasladar y almacenar los productos.

El cuadro-3 muestra un ejemplo.

Cuadro-2: Ejemplo del desorden en el almacenamiento de productos



Cuadro -3: Almacenamiento de productos sobre paletas



4. Efecto de la tecnología de la PML

- (1) Mejora la eficiencia del flujo de materiales en la planta,
- (2) Facilita la clasificación y ordenamiento en la planta, y
- (3) Como consecuencia, mejora la eficiencia del aprovechamiento espacial de la planta.

5. Comentarios

En Japón se desarrollaron “las actividades de 5S”, práctica de limpieza, clasificación, orden y disciplina, y actualmente está muy arraigada esta práctica, mediante la cual en las plantas se ha incrementado la productividad y mejorado el problema del medio ambiente.

CAPITULO 4

GALVANICA

Estudio de Caso 4-1	Complejo Industrial de Galvanización de Tokio (Isla de Keihin) (1997)	1
Estudio de Caso 4-2	Complejo Industrial Galvánico de Osaka (Nishiyodogawa) (1987)	9
Estudio de Caso 4-3	Recuperador de Acido Sulfúrico	21
Estudio de Caso 4-4	Tratamiento de Aguas Residuales de una Empresa (Mitaka Kinzoku)	30

Estudio de Caso 4-1

Complejo Industrial de Galvanización de Tokio (Isla de Keihin) (1997)

(1) Rama de Industria: Sub Sector de Industria Galvánica

(2) Productos: Productos Galvánicos como Niquelado, Cromado

(3) Características de la Tecnología de Producción Más Limpia:

Medios de reducción de consumo del agua y Centro común de tratamiento de aguas residuales

1, Explicación de Productos y Plantas de Producción

El complejo industrial galvánico que está situado en la Isla Keihin perteneciente al Distrito de Ota del Municipio de Tokio se compone de once plantas de producción exclusiva de productos galvánicos y de aluminio anodizado, una empresa de materiales galvánicos y un fabricante de equipos galvánicos. Añadiéndose a estos componentes un centro común de tratamiento de aguas residuales se puede decir que dicho complejo está formado por 14 empresas en total. La superficie del terreno del complejo es de 20,000 m² y el total de personal es 400 trabajadores aproximadamente (2 para el Centro de Tratamiento de Aguas Residuales). Este terreno es uno de los destinados al uso industrial y preparados por el Municipio de Tokio.

En la tabla 1 se muestran los productos de las empresas participantes en el complejo.

Tabla 1 Descripción de Trabajo de las Empresas Participantes en el Complejo

Empresas Participantes	Descripción de Trabajo
A	Galvanización sobre plásticos (automóviles, piezas de aparatos eléctricos para el hogar)
B	Recubrimiento electrolítico en tambor de Cobre, Niquel y Metales preciosos
C	Recubrimiento electrolítico en tambor de Plata, Estaño y Aleación de estaño y plomo
D	Dorado, Cobreado, Niquelado, Cromado de piezas para artefactos de iluminación y Pintado electroforético
E	Cobreado, Niquelado, Cromado y Galvanizado
F	Cobreado, Niquelado, Cromado, Dorado, Niquelado por vía química, Cromado duro
G	Anodización de aluminio (anodizing)
H	Galvanización de agujeros pasantes (through hole) de tablero de circuito impreso
I	Galvanización sobre plásticos (piezas de aparatos eléctricos para el hogar)
J	Galvanización continua de Cobre y Plata a piezas electrónicas
K	Cobreado, Niquelado, Cromado, Galvanizado, Estañadura y Niquelado por vía química
L	Venta de materiales galvánicos
M	Fabricación de equipos galvánicos
N	Centro Común de Tratamiento Anticontaminante (Centro de Tratamiento de Aguas residuales)

La empresa "L" se dedica a la venta de materiales galvánicos (productos químicos), es decir, se encarga de no sólo el suministro, sino también del depósito y de la administración de los mismos de cada uno de los fabricantes de productos galvánicos.

La empresa "M" es un fabricante de equipos galvánicos, y al mismo tiempo es una empresa que ofrece mantenimiento de equipos a cada una de las empresas galvanicas.

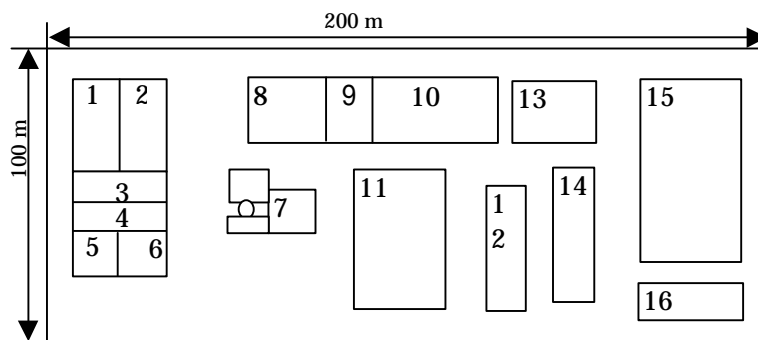
La empresa "N" ejecuta el trabajo de tratamiento de aguas residuales de cada fabricante,

y ésta da a cada fabricante las indicaciones sobre el plan y control de desagüe de aguas residuales.

Esta empresa "N" fue establecida bajo la aportación de cada fabricante, y que se responsabiliza del tratamiento de aguas residuales, repartiendo a cada fabricante una parte de los gastos de operación del tratamiento. La operación y el mantenimiento de los equipos de tratamiento de aguas residuales son llevados a cabo por 2 trabajadores.

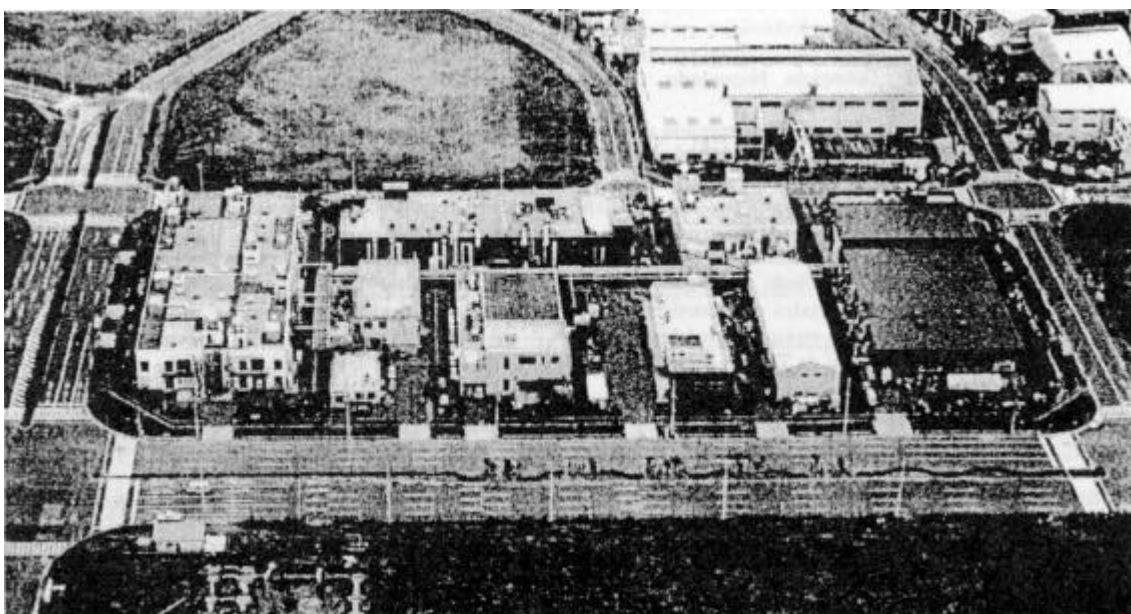
En la figura 1 se muestra el plano general de localización de las empresas del complejo industrial galvánico de Tokio, y en la foto 1 se indica el panorama total del mismo.

Figura 1 Plano General de Localización



1. Empresa F, 2. Empresa G, 3. Empresa D, 4. Empresa E, 5. Empresa B, 6. Empresa C,
7. Empresa N, 8. Empresa H, 9. Empresa I, 10. Empresa J, 11. Empresa A,
12. Empresa L, 13. Empresa K, 14. Empresa M, 15. Empresa K, 16. Empresa K

Foto 1 Panorama del Complejo



2. Antecedentes

La industria galvánica se ha desarrollado como una industria de tipo urbano. En Tokio existían más de 1,000 empresas galvánicas en la época más próspera y existen un poco menos de 700 actualmente, lo cual equivale a un tercio de todas las empresas galvánicas de Japón.

Por otro lado, el desarrollo de dicha industria, se convirtió en un problema social la contaminación industrial, y los accidentes ocurridos en 1963 y 1964 cuando se vertieron aguas residuales industriales que contenían cianógeno en ríos de distritos de Tokio, llamaron la atención de todo el mundo sobre la contaminación producida por las aguas residuales de la industria galvánica.

Además, en 1967 fue establecida “la Ley Básica de Medidas contra la Contaminación”, seguida de la cual, en 1970 fue promulgada “la Ley de Prevención contra la contaminación del Agua”, con las cuales, las empresas industriales no podían continuar sus operaciones, sin que aplicaran a sus aguas residuales el tratamiento total en donde se hacen inocuas.

La industria galvánica está formada por muchas empresas pequeñas que cuentan sólo con 10 empleados aproximadamente. Al considerar la adopción del tratamiento de aguas residuales en cada una de estas empresas, se observaron varios problemas tales como el lugar en donde se instalan los equipos de tratamiento, la seguridad del personal, que se encarga de la operación y el mantenimiento de dichos equipos, la obtención de fondos para los mismos.

En especial, dentro de las ciudades existentes del Municipio de Tokio será difícilísimo encontrar nuevamente el lugar en donde se instalará una planta de tratamiento de aguas residuales. Ante esta situación la Confederación de Asociaciones Galvánicas de Japón, que es el gremio de las empresas galvánicas, se esforzó energicamente en tomar las medidas adecuadas, entre las cuales se consideró la agrupación y la colectivización como una medida de racionalización.

Con base en dichas circunstancias, las empresas pequeñas y medianas posibles generadoras de la contaminación que estaban distribuidas en la zona residencial de la parte sur del Municipio de Tokio (de los distritos de Ota, Shinagawa y Minato) formaron una cooperativa llamada la Asociación Central de Industria Galvánica, y ésta bajo su fuerte liderazgo se consolidaron los socios para sobrevivir, y en 1977, obteniendo la

aprobación del Estado y el Municipio, se trasladó agrupadamente a un complejo industrial construido por la misma asociación en la Isla de Keihin del distrito de Ota, cuyo terreno estaba destinado para el uso industrial.

En la tabla 2 se resumen los pasos desde la etapa de planificación hasta la terminación de construcción del complejo.

Tabla 2 Pasos del Complejo Industrial Galvánico hasta la Terminación de su Construcción

1945	: Agrupación de las empresas galvánicas interesadas----	Fundación de una cooperativa
1969	: Establecimiento de la reunión de estudio para la modernización de empresas galvánicas	
1971	: Presentación de propuesta de plan de traslado a la zona industrial del Municipio de Tokio	
Enero de 1976	: Terminación de verificación de la propuesta de plan de traslado por el Municipio de Tokio y su aprobación	
Agosto de 1976	: Plan de Ejecución	
Septiembre de 1976	: Comienzo de construcción de los edificios	
Julio de 1977	: Terminación de obras de construcción y comienzo de traslado de las empresas	
Agosto de 1997	: Comienzo de operación	
Duración de construcción : 1 año 8 meses		Monto total de obras : 4,150,000,000 yenes japoneses

3. Contenido de la Tecnología de Producción Más Limpia

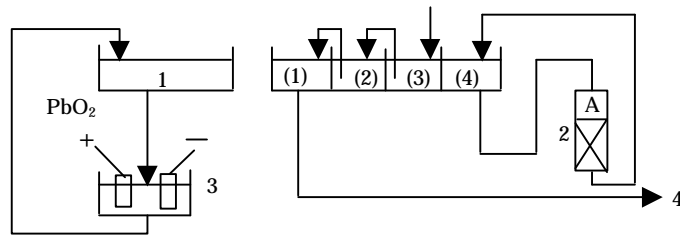
Este complejo industrial galvánico se propone minimizar el consumo del agua, recursos y la energía, introduciendo un sistema de reciclaje de metales, por lo que se puede observar las siguientes características tanto en las líneas de galvanización como en la planta de tratamiento intensivo:

1) Sistema de Lavado por Agua bajo la idea de Reducción de Consumo de Agua

Los terrenos exclusivos para el uso industrial que creó el Municipio de Tokio han tenido, desde el principio, la condición de poner un límite en el suministro de agua para el uso industrial, cuya cantidad equivalía a casi una décima parte de la cantidad total (1,800 m³/día aproximadamente) que utilizaban 11 empresas en aquel entonces. Por lo tanto, todas las empresas asociadas, convirtiéndose en grupo, hicieron varios estudios, consultaron e intercambiaron las opiniones con los sectores vinculados y finalmente adoptaron un método llamado “Lavado por contracorriente de etapas múltiples por lotes (Batch)”.

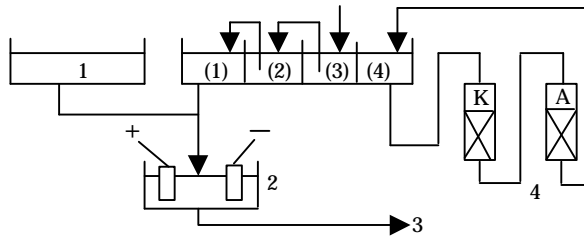
Se muestra el sistema de lavado por agua en las figuras 2 y 3.

Figura 2 Sistema de Lavado por Agua en los Procesos (Ejemplo de Cromo)



1. Sistema de Cromo, 2. Torre de Intercambio Iónico, 3. Electrólisis,
4. Tratamiento Colectivo

Figura 3 Sistema de Lavado por Agua en los Procesos (Ejemplo de Cianógeno)



1. Sistema de Cianógeno, 2. Electrólisis, 3. Tratamiento Colectivo,
4. Torre de Intercambio Iónico K: Cación, A: Anión

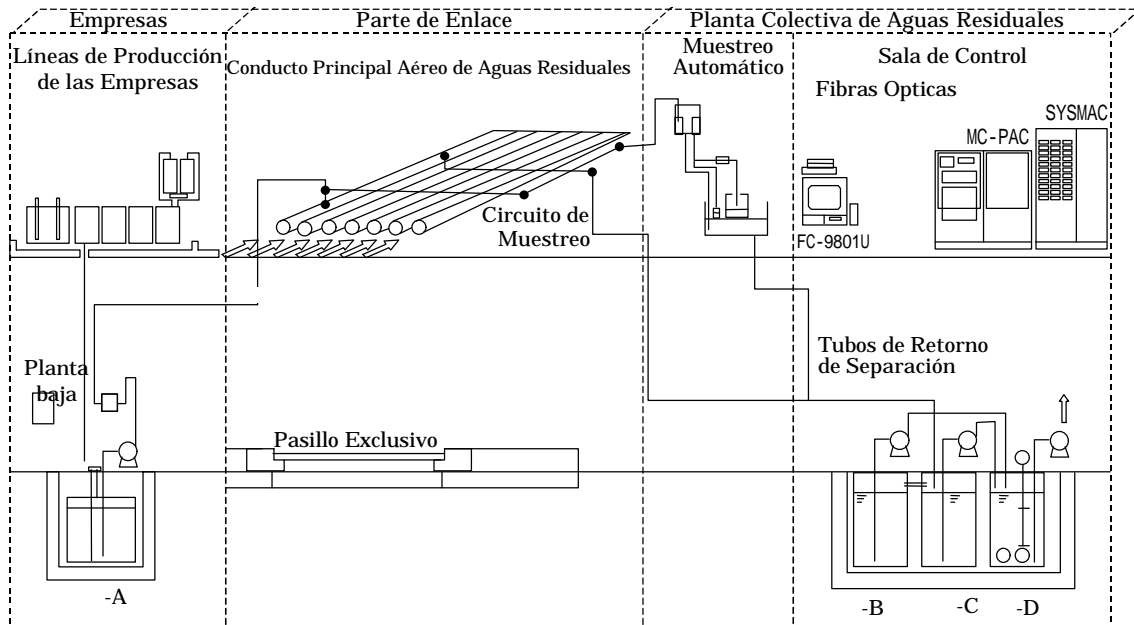
El sistema se compone de 3 tanques de lavado por contracorriente como mínimo y el tanque con una torre móvil de intercambio iónico en donde se hace el último lavado. Y el agua se utiliza en forma circulante a través de dicha torre, por lo que siempre está asegurada agua de alta pureza. Cuando está sucia el agua de lavado del primer tanque, se desagua por lotes periódicamente, luego las aguas de lavado de otros tanques sucesivos serán enviadas hacia atrás en su debido orden y finalmente se suministra por primera vez el agua limpia al tanque situado antes del tanque en donde se hace el lavado final. De esta manera, se cumple favorablemente con la meta de frenar el desagüe a niveles inferiores al 180 m³/día.

2) Sistema de Tratamiento Colectivo de Aguas Residuales

El punto más relevante de este sistema es que se ha separado lo más detallado posible el sistema de desagüe a fin de ejecutar con seguridad la recuperación de recursos y el tratamiento de aguas residuales. Por tratarse separadamente las aguas residuales, se puede reciclar los recursos y al mismo tiempo se puede minimizar el uso de energía que se utiliza para el tratamiento.

En la figura 4 se indican los procesos de tratamiento de aguas residuales que se ejecutan en el complejo.

Figura 4 Diagrama de flujo de Aguas residuales en el Complejo



- : Tanque Galvánico de Lavado por Contracorriente de Etapas Múltiples por Lotes
- : Generadora de Agua, : Introducción Desagüe, : Muestreador, : MagnéticoV,
- : Recipiente de Recuperación, : Paso según Sistema, : Computador para el Control,
- : Tablero Secuenciador, : Tablero Microcomputador, Tablero de SYSMAO,
- : Base de Avance, : Sistema de Cianógeno, : Sistema de Cobre, : Sistema de Cromo,
- : Sistema de Acido, : Sistema de Sustancias Generales, : Sistema de Cromo Especial
- : Sistema de Quelato, : Impulso de Dirección Correcta DC4- 20mA, Sensor Magnético de Flujo, -A: Tanque de Depósito Subterráneo, -B: Tanque de Reserva de Agua Cruda, -C: Tanque de Agua Cruda, -D: Tanque de Reacción

La colección de agua hacia la planta de tratamiento común de aguas residuales desde cada una de las empresas galvánicas se divide en 7 sistemas, de ellos sólo 5 funcionan en realidad.

Los puntos relevantes de la tecnología son como sigue:

- (a) Cada empresa galvánica tiene un tanque de depósito de alta capacidad en el que se puede guardar temporalmente sus aguas residuales. La planta de tratamiento puede controlar aguas entrantes según la capacidad de las instalaciones propias, por lo que se estabilizan el volumen y la calidad de agua, lo cual permite reducir el uso de productos químicos y estabilizar la calidad de aguas tratadas.

- (b) La tubería que conecta cada una de las empresas galvánicas con la planta de tratamiento ha sido de tipo aéreo. Las razones por las que ha sido así son que no se produce ningún impacto por el hundimiento irregular del suelo y que es fácil encontrar fugas de aguas residuales.
- (c) Se recupera el cromo a través del sistema de reciclaje de ácido crómico. En la torre de intercambio iónico se separan los iones de ácido crómico, adsorbiéndose los mismos, y después de saturarlos se puede reproducir la solución de cromato sódico denso (160g/ℓ) con una cantidad aproximada de 10 toneladas al mes.
- (d) A las aguas residuales que contienen el cianógeno se aplica el tratamiento electrolítico en la línea y luego se descomponen en la planta de tratamiento común. Primero, se depositan, siendo inferior a 1000mg/ℓ, luego de lo cual se conducen a la planta de tratamiento común para que a éstas se les aplique el método de cloro alcalino que desempeña el papel de la descomposición por oxidación.
- (e) Tipo de transporte y muestreo automático.
Por medio de computador se hacen el transporte y el muestreo automático, con los cuales se determinan el volumen de desagüe y la cantidad de sustancias contaminantes salidas de cada empresa a fin de calcular los gastos de desagüe de la misma. En base a eso, se trata de ser imparcial en la carga del costo.

4. Efectos de la Tecnología de Producción Más Limpia

El efecto más relevante es que cada empresa continua su operación, cumpliendo con las normas de medio ambiente, sin embargo, si se enumeran los ítems concretos, serán como sigue:

1) Reducción de Consumo del Agua

Como condición de traslado, la cantidad de agua a usarse en la galvanización se limitó a una décima parte de la cantidad promedio que se utiliza en el sector. Sin embargo, se aplicó, de acuerdo con la fe de que la solución de futuros problemas de contaminación está en la reducción del consumo de agua, el método de reducción del mismo a todos los equipos, lo cual permitió que los equipos de tratamiento de aguas residuales tuvieran una capacidad pequeña.

2) Recuperación de las Sustancias útiles

Para minimizar la generación de residuos industriales, se recuperó la mayoría de las sustancias útiles, aun teniendo problemas en el aspecto económico, lo cual permitió frenar altamente la generación de lodos que es un problema crítico en la fabricas galvánicas.

3) Tratamiento de Gas de Escape

Se ha mejorado el ambiente laboral de las fábricas galvánicas y al mismo tiempo se ha instalado el equipo de tratamiento de gas de escape completo en todos los procesos de las mismas a fin de evitar la contaminación atmosférica.

4) Sistema de Tratamiento Colectivo y Económico

Se separaron lo que debe ejecutarse con la responsabilidad de la empresa de lo que se debe tratar en común. En base a esto, se decidió que el centro de tratamiento común ejecutara el tratamiento integral y efectivo de aguas residuales, asimismo, ofrece la información precisa a cada empresa.

5) Administración Racional de Trabajos

Se acomodaron 13 empresas, cuyos detalles son 11 fabricantes, 1 manufacturero de equipos galvánicos y 1 proveedor de materiales galvánicos, en 7 edificios y por medio de la cooperación orgánica entre dichas empresas se ha podido acelerar tanto la racionalización como la simplificación de el mantenimiento y la reparación de los equipos y de la adquisición de materiales.

5. Comentarios

Este complejo industrial galvánico, en 1997 conmemorando el vigésimo aniversario de su fundación, intentó obtener la aprobación de ISO 14000, la cual fue obtenida en mayo de 1998. Es el primer caso en que un grupo de empresas logró obtener dicha aprobación.

Se puede decir que realmente es un modelo de los complejos industriales, ya que fue creado en base a la idea de realizar la reducción de consumo de agua y el reciclaje de recursos naturales y después de lograrlo, aún sigue mejorando continuamente bajo la decisión clara del lineamiento ambiental.

Estudio de Caso 4-2

Complejo Industrial Galvánico de Osaka (Nishiyodogawa) (1987)

(1) Rama de Industria : Subsector de Industria Galvánica

(2) Productos : Productos Galvánicos como Cromado, de Zinc

(3) Punto Relevante de Tecnología de Producción Más Limpia:

Conversión de Productos Químicos y Tratamiento Integral y Común de Aguas Residuales

1. Explicación de Productos y Plantas de Producción

El complejo industrial galvánico del distrito de Yodogawa de la ciudad de Osaka está formado por una cooperativa organizada por 7 empresas que se describen en la tabla 1.

Tabla 1 Descripción de Empresas Participantes

Empresa	Tipo de Galvanización	Materia a Galvanizar	Superficie del Solar m3	Superficie de Edificio m3	No. de Personal	Volumen de Desagüe m3
A	Cu- Ni- Cr, Cr	Piezas de Automóvil	1,004	840	21	42
B	Zn, Cu	Utensilios Metálicos de construcción	1,149	760	10	30
C	Zn	Utensilios Metálicos de Construcción	998	552	6	38
D	Cu-Ni-Cr, Zn	Miscelaneas Decorativas	832	300	13	28
E	Zn	Utensilios Metálicos de Construcción	488	300	5	46
F	Zn	Roscas	331	304	8	38
G	Cu-Ni-Cr, Cu	Miscelaneas Decorativas	495	322	7	26

Y el resumen de las instalaciones del complejo es como sigue:

Período de Ejecución del Proyecto: de marzo de 1985 a marzo de 1987

Escala de Instalaciones:

Planta común de tratamiento de aguas residuales: Volumen tratado 250 m³/día

Fábrica de uso común: Area total de piso 3,820 m²

Superficie de terreno: 6,700 m²

Planta común de tratamiento de aguas residuales 810 m²

Fábrica de uso común 5,300 m²

Terreno para caminos 590 m²

Monto del Proyecto: 1,254,000,000 yenes japoneses

Planta común de tratamiento de aguas residuales 201,000,000 yenes japoneses

Fábrica de uso común 472,000,000 yenes japoneses

Costo de expropiación 461,000,000 yenes japoneses

Costo de administración 120,000,000 yenes japoneses

Planta Común de Tratamiento de Aguas Residuales

Capacidad de procesamiento de aguas residuales

250m³/día (31.25 m³/hora X 8 horas/ día)

Duración de procesamiento

8 horas/ día

Administrador de la planta

1 persona

Método de procesamiento

Aguas residuales con cianógeno

Oxidación por hipoclorito sódico

Aguas residuales con cromo

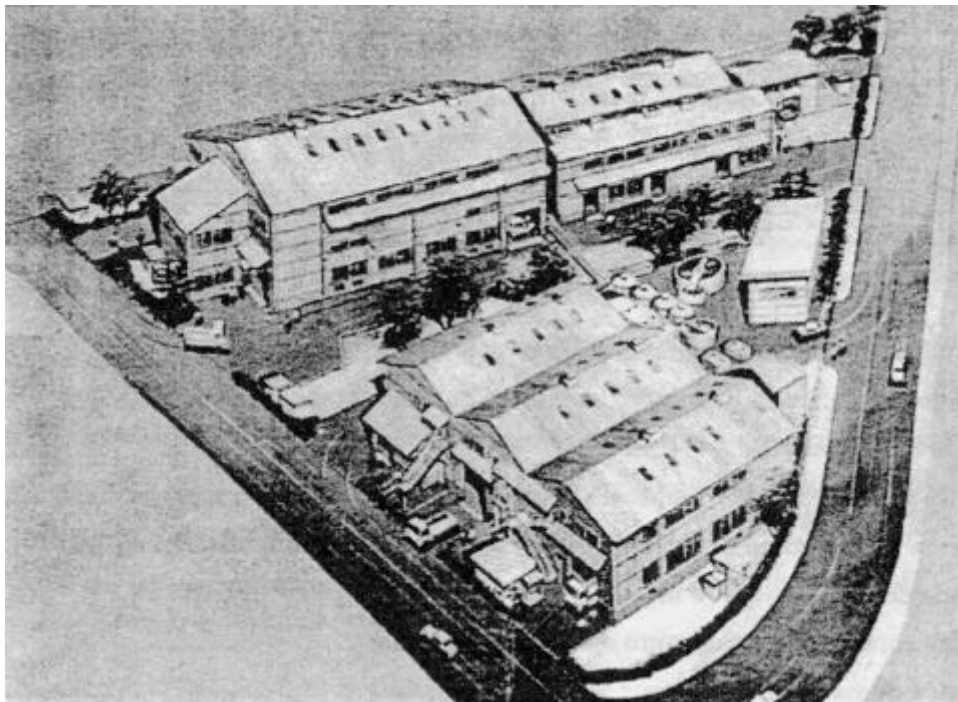
Reducción por el bisulfito sódico

Aguas residuales con ácido/ alcalino

Neutralización, Coagulación,
Adsorción de compleja cianico,
Adsorción de carbón activo,
Neutoralización

En la foto 1 se muestra la vista panorámica del plano

Foto 1 Vista panorámica del Plano



Se muestran el panorama de la planta de tratamiento de aguas residuales y la tubería común de desagüe en las fotos 2 y 3 respectivamente.

Foto 2 Panorama de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales

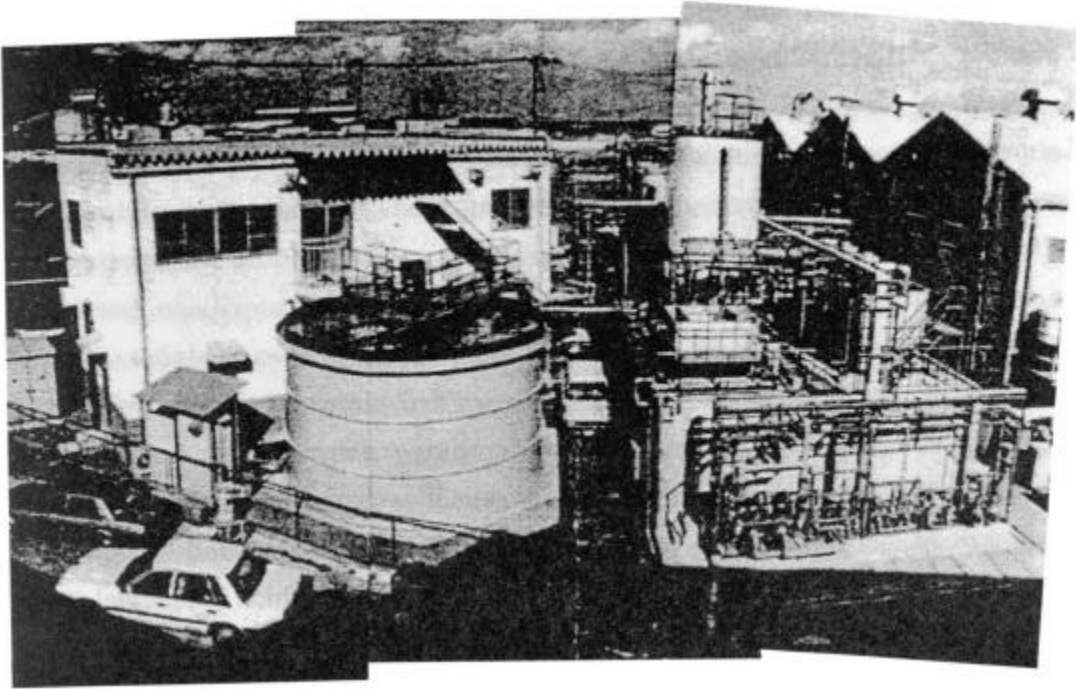
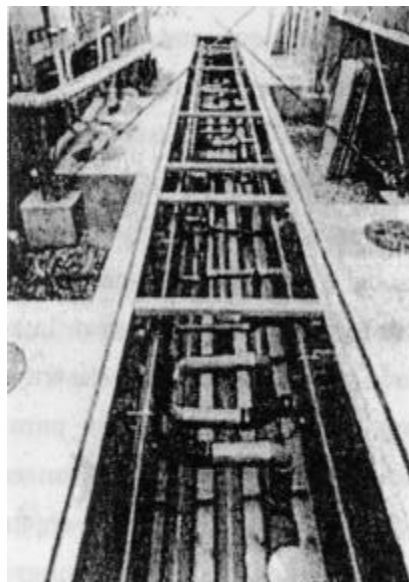


Foto 3 Tubería Común de Desagüe



2. Antecedentes

(1) Antecedentes del Complejo

Este complejo fue instalado para los galvanizadores de escala pequeña situados en una zona urbana densamente mezclada de viviendas y fábricas en el distrito Nichiyodogawa de la ciudad de Osaka, aprovechando el proyecto de agrupación de fábricas dirigido por la Corporación Ambiental de Japón.

La más importante de las medidas contra la contaminación del sector galvánico es la de aguas residuales industriales, pese a esto, las zonas urbanas en la ciudad de Osaka están equipadas con alcantarillado público y los galvanizadores que estaban situados en estas zonas echaban sus aguas residuales en dicho alcantarillado, por lo que las aguas residuales de fábricas galvanizadoras no han producido daños directos por contaminación a los habitantes que vivían cerca de las mismas. Sin embargo, las áreas de trabajo de estas galvanizadoras tenían sólo equipos de producción muy antiguos y los de tratamiento de aguas residuales muy sencillos para poder responder a los de producción. Además, no se han tomado medidas contra gases generados en dicha área y estaba peor su ambiente laboral. Por lo tanto, siempre ha habido quejas del vecindario contra el gas de escape, ruidos de fábricas, despacho de su carga en la calle, etc.

Estos galvanizadores tenían intención de solucionar los problemas, pese a eso, no podían tomar medidas adecuadas por tener el terreno muy angosto, y también había límite a la introducción de nuevos equipos de producción, los cuales frenaban fuertemente el desarrollo de las empresas.

La ciudad de Osaka recomendó a estos galvanizadores, como medida de solución de problemas, un proyecto de agrupación de fábricas (Proyecto de la Construcción de Fábricas y Plantas Comunes de Tratamiento contra Contaminación) dirigido por la Corporación Ambiental de Japón en el que se realiza la reubicación de las empresas agrupadas en un lugar adecuado para la industria, construyendo una instalación común. La Corporación discutió sobre el plan de inversión para la reubicación con las 17 empresas que deseaban reubicar su fábrica, como consecuencia de esto, se decidió ejecutar un proyecto de reubicación de fábricas, siendo objeto del mismo 7 empresas. Por la recomendación de la ciudad de Osaka, como terreno nuevo para la reubicación ha sido elegido un lugar en donde anteriormente había una fábrica de una empresa grande situada en la parte costera de la zona en que estaban situadas estas empresas en aquel entonces.

(2) Fortalecimiento de Normas de Aguas Residuales

En base a la reubicación colectiva de estas fábricas, se decidió que para las normas de calidad de aguas residuales que salen de fábricas situadas en el nuevo terreno se aplicarían normas más rigurosas que las anteriores aplicadas cuando estas fábricas estaban funcionando separadamente. Las razones por las que fue hecho así son como sigue: que anteriormente éstas vertían sus aguas residuales al alcantarillado público, sin embargo, después de su reubicación deberían vertirlas directamente al río y que por agrupar éstas en un lugar determinado, el volumen de desagüe de aguas residuales de éstas aumentaría enormemente, cuya cantidad, de acuerdo con los reglamentos estipulados en la Ley de Protección contra la contaminación de Aguas, debe obedecer a normas más rigurosas que las anteriores. Por lo tanto, era necesario que se tomaran nuevas medidas sobre el tratamiento de boro, DBO, DQO, SS, grasas y fósforo. Además, la corriente drenada de este lugar finalmente desemboca en el Golfo de Osaka, cuyo territorio marítimo tiene carácter cerrado, lo cual obligó a aplicar la Ley de Medidas Especiales, es decir debía ejecutarse la evaluación del impacto ambiental en la área fluvial situada alrededor de la boca de desagüe y restringirse el volumen de desagüe sobre DQO y fósforo.

(3) Estudio Preliminar y Estudio sobre el Método de Tratamiento de Aguas Residuales

Para decidir el volumen y la calidad de desagüe que serán base del diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales, se ejecutó un estudio sobre los siguientes ítems en cada empresa:

1. Volumen de Producción y Tipo de Productos
2. Procesos Galvánicos y Tiempo de Operación de cada Proceso
3. Tipo de Tanques Galvánicas y Cantidad y Densidad de Líquido
4. Tipo y Densidad de los Productos Químicos Usados
5. Volumen y Método de Desagüe
6. Avance de Automatización de Procesos de Producción de Fábrica y Manufactureros de los Equipos Galvánicos

Por el resultado del estudio, se entendió que aunque estas empresas hacen una galvanización similar, hay una gran diferencia en la densidad de líquido galvánico y, en el tipo y la densidad de los productos químicos utilizados en cada empresa, lo cual ocasionó la diferencia de calidad de desagüe de cada una.

Entre las empresas objeto del estudio, había algunas que no hacían el control científico de densidad de los productos químicos usados y se introducen en el líquido galvánico

estos productos no por orden, sino por la experiencia, mirando el estado de los productos galvánicos acabados o no hacían la selección de productos químicos considerados en el tratamiento de aguas residuales.

En cuanto al boro, el amoníaco, el flúor y DQO, se consideró que no se podría cumplir con las normas de procesamiento si se utilizara el método habitual de tratamiento de aguas residuales.

Surgió un problema sobre el método de cómo debe cargarse equitativamente el costo de construcción de la planta común de tratamiento a cada empresa, ya que en la calidad de desagüe de cada una hay una gran diferencia. Para solucionar dicho problema, se estudió un método en que se establece una instalación de procesamiento en cada empresa para hacer el tratamiento preliminar a fin de llegar a un nivel similar el desagüe de todas las empresas participantes y luego hacer el tratamiento completo en la planta común.

A través del estudio mencionado en el párrafo anterior se entendió que el método que trata el desagüe en totalidad en una planta común permitirá reducir el costo de construcción de la planta hasta la mitad del mismo, en comparación al que ofrece el método que trata el desagüe en cada empresa como tratamiento preliminar, aunque el costo de operación de aquel aumenta un poco más que el de éste. Por lo tanto, se decidió adoptar el método de tratamiento colectivo, concentrando las aguas residuales de cada empresa.

3. Descripción de la Tecnología de Producción Más Limpia

(1) Características del Método de Tratamiento de Aguas Residuales

- 1) Se adoptó la manera en que se trata el desagüe permanente (aguas de lavado) directamente por productos químicos, sin utilizarse ningún dispositivo de intercambio iónico.
- 2) En cuanto al desagüe de cianógeno denso, no se establece ninguna instalación de tratamiento, sino que se contrata una empresa especializada de procesamiento.
- 3) Para el desagüe de las soluciones como de cloruro amónico que no se puede tratar en la planta común de tratamiento, se decidió que las empresas correspondientes tenían que instalar individualmente un equipo en donde se hace el tratamiento preliminar.
- 4) En cuanto al cianuro que no se puede tratar completamente en el procesamiento químico, se aplica la eliminación por adsorción con la resina de intercambio iónico, asimismo, en caso de DQO y DBO, con el carbón activo

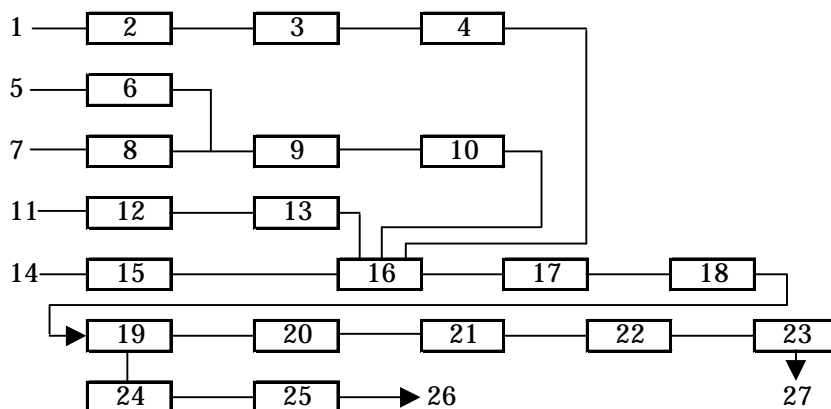
- 5) Con respecto al fósforo, era posible eliminarlo por el cambio de productos químicos, es decir, en el proceso se utilizan los que no contienen fósforo, lo cual permitió huir de la toma de una medida especial en el tratamiento de desagüe.

Por otra parte, en este complejo, el reaprovechamiento de aguas usadas lo harán las empresas que desean hacerlo, instalando individualmente los dispositivos necesarios, y para éste no se adoptó el método en que la planta común trate el desagüe habitual (aguas de lavado) por su dispositivo de intercambio iónico y luego envíe estas aguas tratadas a las fábricas para que éstas las utilicen como aguas industriales. Las razones por las que no se adoptó dicho método son como sigue:

- 1) Para elevar la eficiencia del tratamiento de intercambio iónico, es necesario aumentar la frecuencia de lavado en las líneas de producción a fin de mantener la densidad de iones en el desagüe. Pese a esto, se consideró que por introducirse los equipos automáticos de producción estandarizados en las líneas de producción que serán construidas nuevamente, el desagüe tendría una densidad de iones relativamente alta (aumentando el costo de tratamiento).
- 2) Se consideró que por haber diversidad en la forma y el tipo de los productos de las empresas, es posible que haya una variación muy fuerte en la concentración de los productos químicos en las aguas residuales.
- 3) Se consideró el caso en el que salieran las aguas residuales anormales de una empresa y a éstas no se las hubiera podido aplicar un tratamiento adecuado, estas aguas dañinas circularían por todas las empresas si estuviera distribuido el sistema de reciclaje de aguas usadas. Existe ese tipo de temor en dicho método.
- 4) Si están integrados los equipos de producción de cada empresa y el sistema de agua de la planta común de tratamiento de aguas residuales, eso sería una limitación en el momento en que cada empresa deseara renovar sus equipos de producción, considerando el avance y la diversidad de tecnología.

En la figura 1 se muestran los procesos de procesamiento de aguas residuales.

Figura 1 Procesos de Procesamiento de Aguas Residuales



1. Aguas de Lavado del Sistema de Cianógeno, 2. Tanque de Depósito, 3. Tanque de Descomposición Primaria de Cianógeno, 4. Tanque de Descomposición Secundaria de Cianógeno, 5. Líquido Renovado del Sistema de Cromo, 6. Tanque de Depósito, 7. Aguas de Lavado del sistema de Cromo, 8. Tanque de Depósito, 9. Tanque de Reducción de Cromo, 10. Tanque de Reacción por Flúor, 11. Líquido Renovado del Acido/ Alcalino, 12. Tanque de Depósito, 13. Tanque de Separación de Grasas, 14. Aguas de Lavado del Sistema de Acido/ Alcalino, 15. Tanque de Depósito, 16. Tanque de Control de Calidad, 17. Tanque de Neutralización, 18. Tanque de Coagulación, 19. Tanque de Precipitación, 20. Tanque de Filtración, 21. Torre de Adsorción de Compleja Cianura, 22. Tanque de adsorción por Carbón Activo, 23. Tanque de Neutralización, 24. Tanque de Concentración, 25. Tanque de deshidratación, 26. Salida de Lodos, 27. Desagüe

(2) Manejo de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales y su Equipo

La planta de tratamiento de aguas residuales por sus características será manejada por un operador, que trabajará 8 horas al día. Para ello, han sido preparados los equipos de tratamiento para que funcionen bajo el control automático y se puedan disolver automáticamente los productos químicos que se utilizan para el tratamiento hasta cierta concentración.

Como medidas tomadas para las averías y el mantenimiento de los aparatos, se instaló en la línea de tratamiento otra bomba como reserva de la original, asimismo, se prepararon las reservas de la torre de intercambio iónico y de la torre de carbón activo.

El método de medición del volumen de desagüe de cada empresa consiste en medir el volumen suministrado no el drenado. Eso es porque es fácil medir el suministrado y su medidor es menos costoso, lo cual permite facilitar la operación y el control de los

equipos de producción. Según el sistema de tratamiento de desagüe se instaló una tubería de suministro de aguas y en cada tubería se instaló un medidor de flujo.

(3) Consideraciones del Método de Desagüe

Los puntos que se consideraron suficientemente en el desagüe de aguas residuales de industria galvánica son que no se mezclen nunca las mismas de cada sistema ni se produzcan fugas de dichas aguas venenosas. Para ello, en el suelo del área de trabajo se ha hecho una división según el sistema de tratamiento de aguas residuales. Además, las mismas serán transportadas directamente por los tubos desde los equipos galvánicos para que no fluyan al suelo del área de trabajo.

Los tubos fueron pintados de diferentes colores según el sistema de desagüe para distinguir mejor unos de otros.

Se instaló una galería común desde cada fábrica hasta la planta común de tratamiento de aguas residuales y por ésta pasan los tubos de desagüe, lo cual fue hecho a efectos de poder supervisar la existencia de fugas en los tubos. Y en cada tubo se colocaron las uniones de contracción para evitar las fugas causadas por el hundimiento del suelo o por la contracción de tubos producida por la variación de temperatura.

El punto problemático del tratamiento colectivo es que cuando entran las aguas residuales anormales, no se puede identificar de dónde han salido éstas. Como medida contra dicho problema, en la salida de aguas residuales de cada sistema de las empresas se instaló un tanque de retención, en el cual siempre se retienen temporalmente las aguas residuales que salgan de allí. De esta manera, cuando entran las aguas residuales anormales, se pueden investigar las aguas retenidas en él con el objeto de poder descubrir de dónde salieron y sus causas.

En cuanto al suelo del área de trabajo, aunque no está considerado dejar fluir las aguas residuales galvánicas, se puso una resistencia a la corrosión como precaución, asimismo, una pendiente y un canal de desagüe para la limpieza. Sin embargo, por considerar que se pueden mezclar las aguas usadas para limpieza y las aguas residuales galvánicas, no están drenadas las aguas del canal. Cada vez que surge la necesidad de drenar, se comprueban y luego se extraen.

En cuanto a las medidas contra el gas de escape, se toman contra el gas de cianógeno, el gas de ácido clorhídrico, la neblina de ácido y la de ácido crómico, el gas amoníaco, sin

embargo, los tratamientos para dichos gases no son adecuados para el tratamiento colectivo, por lo que las empresas correspondientes tomarán las medidas adecuadas individualmente.

(4) Método de Aportación de los Costos Inicial y de Operación del Complejo

En el plan de las instalaciones que se utilizan en forma común, es muy importante establecer un método equitativo de aporte de costos.

El costo de construcción del complejo (costo inicial) se divide en lo siguiente:

(1) Terreno y edificio exclusivos de cada empresa	Cargo de cada empresa
(2) Caminos, terrenos comunes y terreno para la planta común de tratamiento	Cargo de cada empresa será una parte del costo total decidida según la proporción que ocupa cada una en el terreno
(3) Planta común de tratamiento y Equipos comunes	Cargo de cada empresa será una parte igualmente dividida de la mitad del costo total Cargo de cada empresa será una parte de la mitad del costo total decidida por la proporción que ocupa cada una

El costo de tratamiento de aguas residuales (costo de operación) se divide en lo siguiente:

Costo de tratamiento de aguas residuales de las empresas = A+B+C+D	
Donde:	
A: Tarifa Básica	:Valor fijo para cada empresa (generalmente 1/ 8 del costo total)
B: Costo de carga negativa del volumen total de aguas residuales:	(el costo total –la tarifa básica) x 80% del costo total dividido por la proporción de cada una)
C: Costo de carga negativa del volumen de agua usado:	(el costo total –la tarifa básica) x 20% del costo total dividido por la proporción de cada una)
D: Cuota especial	:operación en días festivos, violación de concentración, carga de un costo especial
“El costo total” consiste en los costos de administración, operación y mantenimiento de instalaciones de cada mes Carga del volumen total de aguas residuales =coeficiente por la división de tipo y concentración de aguas residuales x caudal	

Ejemplos de coeficiente

Concentración mg/ℓ	Concentración de Cianógeno	Concentración de Cromo	SS después de neutralización de ácido/alcalino
Inferior a 50	2.4	1.2	1.0
Inferior a 100	3.0	1.4	1.2
100 – 150	3.4	2.0	1.3
150 – 200	4.0	2.5	1.5
200 – 300	5.0	3.0	1.8
300 – 400	6.0	3.5	2.0
400 – 500	7.0	5.0	2.2
500 – 1,000	Violación	Violación	2.4
1,000 – 2,000	Violación	Violación	2.6
2,000 – 3,000	Violación	Violación	3.0
3,000 – 4,000	Violación	Violación	4.0

Para que el costo de operación de la planta común de tratamiento de aguas residuales se cargue a cada empresa en forma equitativa, es necesario que sea administrada siempre la calidad de aguas residuales de cada una.

El costo promedio de tratamiento de aguas residuales es aproximadamente de 600 yenes japoneses por 1m³ de aguas residuales (excluido el costo de la amortización de planta).

4. Efectos de la Tecnología de Producción Más Limpia

Los terrenos en donde estaban situadas las empresas reubicadas se están aprovechando para viviendas y las condiciones ambientales de este lugar se mejoraron mucho a través de la desaparición de la contaminación generada por la existencia de fábricas galvánicas.

Las empresas de escala pequeña y mediana se enfrentan con una fuerte competencia, lo cual les obliga a responder al cambio de ambiente administrativo. En especial, las fábricas galvánicas que pertenecen al sector generador de contaminación deben dar prioridad a completar los equipos de protección contra contaminación antes que los de producción, si no, no podrán sobrevivir.

Las empresas pertenecientes a la cooperativa, gracias a la reubicación se liberaron tanto de las quejas del vecindario relacionadas con la contaminación, como de los factores limitantes de localización: la dificultad de ampliación de fábrica, tráfico denso, etc. Además, en el nuevo terreno está instalada la planta completa de tratamiento completa de aguas residuales, lo cual les permite administrar su empresa sin preocuparse de la contaminación. Y al mismo tiempo, se ha realizado la introducción de equipos modernos de producción y la disposición racional de las líneas de producción, por lo cual se ha mejorado muchísimo el ambiente laboral.

Las empresas socios de la cooperativa, que obtuvieron la superioridad de localización, han aumentado su confianza, han tenido facilidad para la obtención de fuerza laboral, han elevado la productividad y la calidad de sus productos y han fortalecido su infraestructura administrativa.

5. Comentarios

En Osaka existen 400 empresas galvánicas aproximadamente, con las cuales se construye una zona concentrada de galvanizadores que ocupa el segundo puesto de Japón. El complejo industrial galvánico de Nishiyodogawa se fundó con 7 galvanizadores agrupados, los cuales construyeron una planta común de tratamiento de aguas residuales y una fábrica de uso común, aprovechando el terreno en donde había una fábrica de una empresa grande. Este complejo es un ejemplo de éxito por la idea de fortalecer la infraestructura administrativa a través de la prevención contra la

contaminación.

Desde el principio ellos intentaron reducir los costos de construcción y de operación y seleccionaron los métodos más racionales como el tratamiento colectivo de aguas residuales, el aprovechamiento de empresas especialistas en tratamiento. Se considera que es uno de los ejemplos que se han realizado del concepto “beneficios óptimos por costo mínimo”.

Estudio de Caso 4-3

Recuperador de Acido Sulfúrico

(1) Rama de Industria: Subsector de la Industria Galvánica

(2) Productos: Acido Sulfúrico para el Uso Industrial

(3) Características de la Tecnología de Producción Más Limpia:

Recuperación de Acido desde Acido Consumido por anodizado

1. Explicación de Productos y Plantas de Producción

En el anodizado (oxidación anódica) de aluminio, si se aumenta el aluminio disuelto existente en el líquido anódico (electrólito), se degrada la propiedad del revestimiento, por lo que se debe controlar que se mantenga dicho aluminio a niveles inferiores a 25g/l.

En ese caso se genera una solución residual concentrada, la cual se puede diluir por aguas de lavado, luego se neutraliza y se separa por precipitación. Sin embargo, los lodos generados por esta manera contienen mucha humedad, aun así, son difíciles de deshidratar, además, salen mucho, por lo que causarían un problema de residuos.

Con la nueva tecnología más reciente, se estableció una manera en la que cuando se deterioran los fluidos alcalinos de lavado y el electrólito de ácido sulfúrico, se recupera el líquido, eliminando el aluminio disuelto existente, para que éste se pueda reaprovechar continuamente. Además, durante los procesos se generan el hidróxido de aluminio y el sulfato de aluminio, los cuales también están siendo aprovechados.

Aquí, se estudian, como ejemplo, las 2 maneras que se describen en la tabla 1.

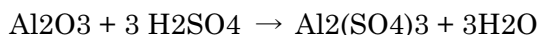
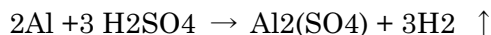
Tabla 1 Ejemplos de Recperadores Recientes de Acido

Nombre de Dispositivo	Manera	Distribuidor	Marca
Regenerador Automático del Baño de Aluminio Anodizado	Resina de Intercambio Iónico	EVERTEC, Co. Ltd. Ciudad de Machida, Tokio	Producto de Alemania
Recuperador de Acido por la Diálisis Difusa	Diálisis de Membrana de Intercambio Iónico	KATSUKAWA INDUSTRIAL Distrito de Shinjyuku, Tokio	ASAHIGARASU

La influencia del aluminio disuelto existente es como sigue:

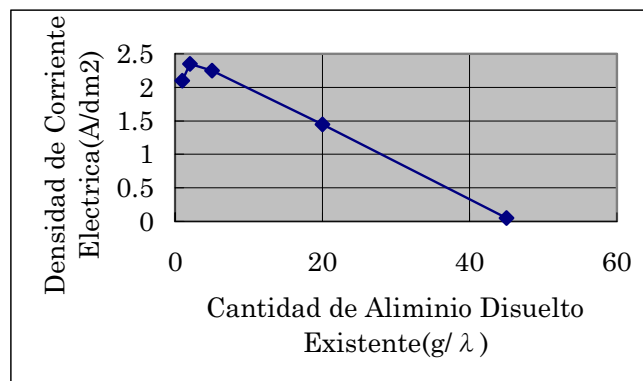
El electrolito se consume por la entrada y salida de aguas de lavado en los procesos electrolíticos y por esparcimiento junto con el gas generado durante la electrolización. Por otro lado, durante la electrolización se genera sulfato de aluminio por las siguientes

ecuaciones de reacción, disolviéndose el aluminio en sí y la membrana oxidada:



Como lo mencionado arriba, se aumenta sucesivamente el aluminio disuelto existente, por lo que electrólito se desgasta y se deteriora.

Figura 1 Relación entre Aluminio Disuelto Existente y Densidad de Corriente Eléctrica



Condiciones de Electrolización; Acido Sulfúrico(150g/l)

Electrolización de Tensión Constante(15V-DC)

Temperatura(18~21°C)

Cuanto más aumenta la cantidad de iones de aluminio disuelto existente, más se reduce la conductividad eléctrica del electrólito, por lo que cuando llega el momento de la electrolización de tensión constante, por estar reducida la densidad de corriente como se observa en la figura 1 (y en el caso de electrolización de tensión constante, se aumenta la tensión electrolítica), no se puede obtener una tensión constante, lo cual da lugar a un revestimiento demasiado fino o la bajada de transparencia. El aumento agudo de dicho aluminio generará problemas como salidad de polvos, descoloración de revestimiento, desigualdad de color, revestimiento heterogéneo, los cuales provocan mala apariencia y falta de rendimiento del revestimiento.

Sin embargo, en el caso de que no exista ningún aluminio disuelto también puede ocurrir el problema de no formarse el revestimiento homogéneo, en estos casos se presentan la inferioridad de rendimiento de revestimiento y la penetración de color. Por lo tanto es conveniente mantener la cantidad de aluminio disuelto existente en niveles de 2 a 12 g/l. En general es necesario que esté en niveles inferiores a 25g/l, valor límite de dicho aluminio.

2. Antecedentes

La solución residual del anodizado está compuesta principalmente por hidróxido de sodio y ácido sulfúrico, por lo que existen pocos casos en los que se contienen sustancias venenosas como se presentan en las fábricas galvánicas. Entonces, habitualmente se siguen los siguientes procesos de tratamiento:

Soluciones y Aguas residuales Neutralización Coagulación Separación por
Precipitación Filtración Desagüe

Y en caso de que se reciclen las aguas tratadas, normalmente se utilizan, desalinizando por osmósis inversa las aguas tratadas por coagulación y precipitación.

En cuanto a la recuperación de ácido y de álcali, se aplican tradicionalmente varios métodos, entre los cuales, se presentan los más representativos en las figuras 2, 3, 4, 5 y 6.

1) Métodos de Recuperación de álcali

Figura 2 Recuperación de Alkali por el Método de Bayer

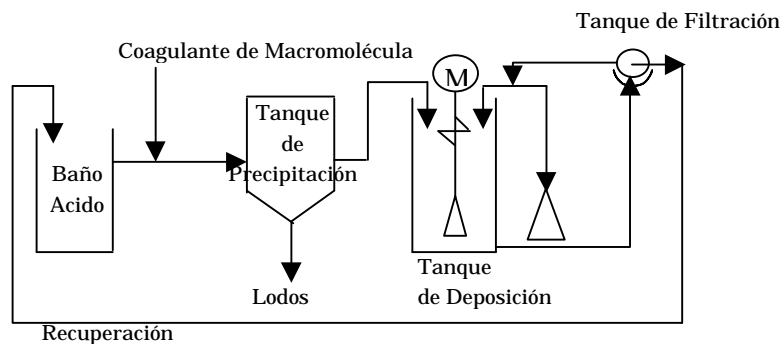
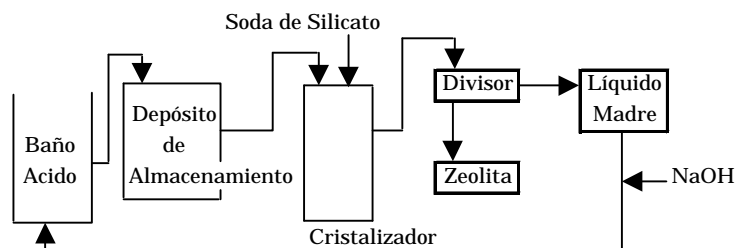


Figura 3 Recuperación de Alkali por el Método de Zeolita



2) Método de Recuperación de Acido

Figura 4 Recuperación de Acido Sulfúrico por el Método de Cristalización por Concentración en Vacío

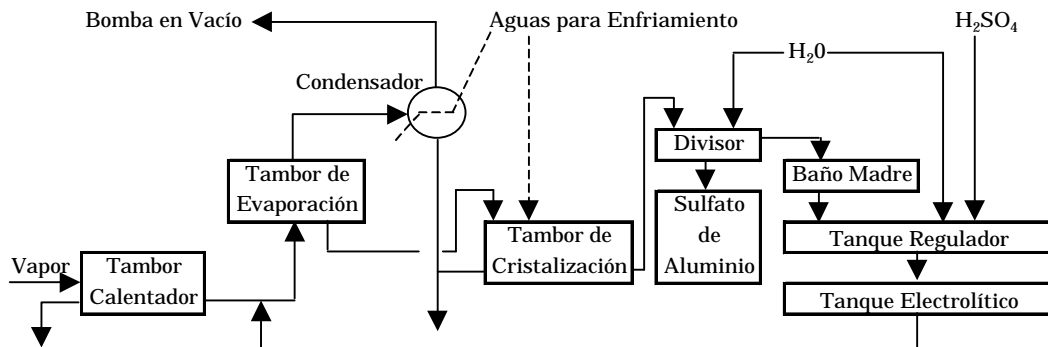


Figura 5 Recuperación de Acido Sulfúrico por el Método de Alumbre Amoníaco

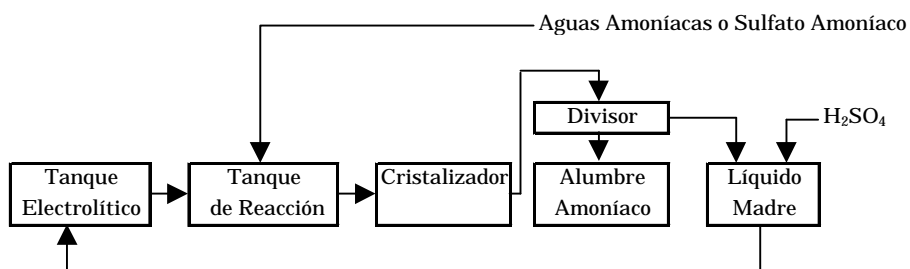
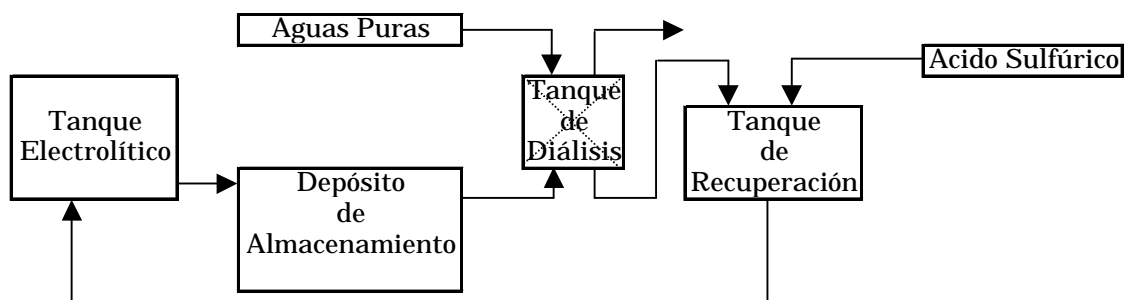


Figura 6 Recuperación de Acido Sulfúrico por el Dispositivo de Diálisis Difusa



En las figuras arriba presentadas, se han explicado los métodos tradicionales para la recuperación de productos químicos, sin embargo, éstos no se han difundido por los galvanizadores debido a que no se ha podido encontrar ventajas en el aspecto económico, son usados sólo por algunos fabricantes grandes de aluminio para el tratamiento de

perfil de aluminio a gran escala.

En los métodos nuevos que se muestran en la tabla 1, ocurre lo mismo, es decir, en la actualidad no hay mérito en la adopción de estos métodos por el aspecto económico.

3. Descripción de la Tecnología de Producción Más Limpia

En la tabla 1 se muestran 2 dispositivos de recuperación de ácido usado, cuya tecnología es como sigue:

(1) Regenerador Automático de Aluminio Anodizado (nombre de género: ALTRONIC)

1) Principios de Regeneración

Las resinas de intercambio iónico determinadas tienen la característica de adsorber sólo el ácido fuerte, eliminando el aluminio y las bases metálicas venenosas desde el ácido existente en el electrólito. El ácido adsorbido se separa fácilmente por el agua. Aprovechando esta característica, se repiten “la adsorción” y “la separación” con tiempo de ciclo muy corto y luego el ácido adsorbido se devuelve al tanque electrolítico y el aluminio eliminado, a su vez, se transporta al dispositivo de tratamiento de ácidos residuales.

2) Características del Dispositivo

- (a) Sistema de Control Automático Constante---Se puede mantener la densidad del aluminio del tanque siempre en niveles óptimos (8-12g/ℓ), eliminándose el aluminio disuelto existente y las impurezas metálicas (cobre, plomo, etc.)
- (b) Costo de Operación---Las fuerzas matrices necesarias para la operación son sólo la bomba para transporte de líquido, aire de presión y aguas para reciclaje, por lo que el costo de operación es de unos millares de yenes japoneses.
- (c) Libre de Mantenimiento---El ciclo de operación del dispositivo está controlado por el tablero de control. Se realizan automáticamente todos los procesos tales como el transporte de líquidos, la adsorción y la separación/ la regeneración, lo cual ahorra trabajo de mantenimiento.

3) Especificaciones del Dispositivo

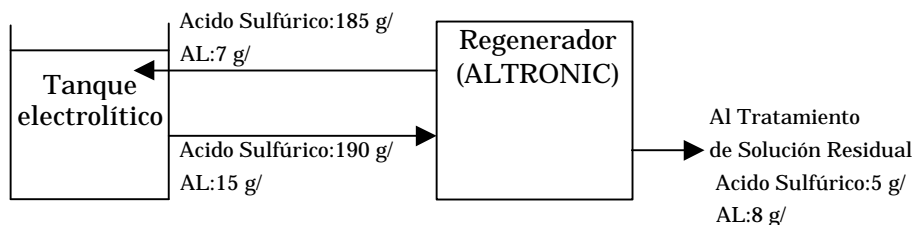
Tabla 2 Especificaciones

Modelo		AL-1	AL-2	AL-3	AL-4	
Potencia de Eliminación de Aluminio	g/H	1,000	2,000	3,000	5,000	
Capacidad del Tanque Electrolítico Estándar	m ³	5-20	20-50	50-100	100-170	
Cosas Necesarias	Bomba	KW	0.35	0.47	0.85	1.5
	Agua de Grifo	ℓ/H	145	255	440	640
	Aire	ℓ/H	300	600	900	1,500
Dimensión del Dispositivo	Ancho	mm	1,200	1,500	1,900	2,200
	Profundidad	mm	800	1,000	1,000	1,200
	Altura	mm	1,850	2,050	2,050	2,100

4) Ejemplos de Balanza de Materiales

Se indica un ejemplo de la balanza de materiales en la figura 7.

Figura 7 Ejemplo de Balanza de Materiales (ejemplo) Modelo AL-1



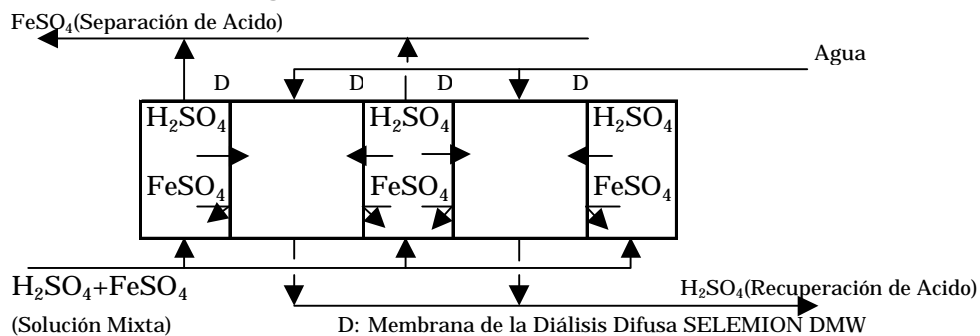
(2) Recuperador de Acido por Diálisis Difusa

Es la diálisis difusa que se ha indicado en la figura 6, sin embargo, ésta tiene la membrana de intercambio iónico desarrollada nuevamente.

1) Principios de Regeneración

La diálisis difusa es un método de separación que se propulsa por la diferencia de concentración, no por una fuerza matriz como la electricidad. Además, se aprovecha del carácter de la membrana de intercambio iónico, la cual, estando dentro del líquido ácido, no permite penetrar las bases ni sustancias no electrolíticas, sino permite penetrar sólo el ácido. En la figura 8 se indican los principios de la diálisis difusa.

Figura 8 Principios de la Diálisis Difusa



La solución mixta de ácido sulfúrico y sulfato de hierro se introduce desde la parte inferior del tanque de diálisis difuso, y a través de la membrana se dializa sólo el ácido sulfúrico y se evacua (separación de ácido), por otro lado, el agua que se introduce desde la parte superior del tanque recupera el ácido sulfúrico desde las salas colindantes y sale de la parte inferior del mismo (recuperación de ácido).

2) Características de la Membrana de Intercambio Iónico (nombre de género: SEREMION)

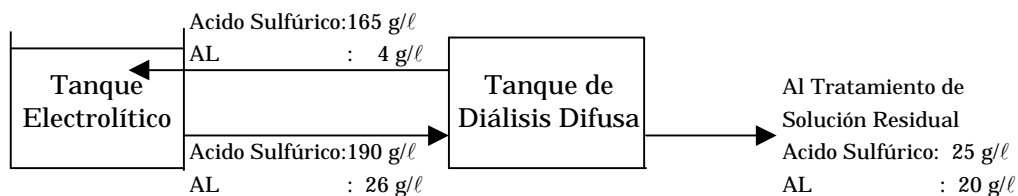
- (a) Es muy elevada la penetración de iones selectos---de la membrana penetran prioritariamente ciertos iones. En especial, es excelente en la penetración de ácido.
 - (b) Es muy alta la dureza mecánica---a la membrana de intercambio iónico que es un material industrial se le requiere que sea lisa y tenga facilidad de manejo, etc. Sin embargo, esta membrana tiene las fibras del sistema de cloruro de vinilo como reforzamiento, por lo que ofrece una dureza suficiente para la práctica.
 - (c) Es buena la estabilidad de dimensión---Si no es buena la estabilidad de dimensión, se produce la rotura de la membrana y un problema en la operación. Esta membrana tiene buena estabilidad de dimensión, ya que presenta un grado de dilatación pequeño en varios líquidos.
 - (d) Es amplia la resistencia a productos químicos---tiene una resistencia muy alta contra diversos productos químicos.
 - (a) Es alta la resistencia al calor---bajo las condiciones normales el estándar es que la temperatura sea inferior a 40 , sin embargo, según el caso no se observa ningún cambio en su rendimiento en 70-80 de temperatura relativamente alta.
- 3) Especificaciones del Dispositivo (tabla 3)

Tabla 3 Especificaciones del Dispositivo

Modelo		T-0b	T-1b	T-3c	T-3w	T-4w
Dimensión Fuera del Tanque de Diálisis (mm)	W	200	340	540	680	1,350
	L	88	307	928	1,450	3,210
	H	300	535	1,160	1,610	1,660
Dimensión de Membrana	mm	160x240	290x440	430x900	550x1,120	1,120x1,120
Número de Membrana		19	100	300	400	800
Caudal Estándar	ℓ/H	1 >	3 ~ 20	20 ~ 100	3 ~ 20	200 ~ 800

4) Ejemplo de Balanza de Materiales (figura 9)

Figura 9 Diálisis de Acido Anodizado Residual



4. Efectos de la Tecnología de Producción Más Limpia

Cuando la cantidad de aluminio disuelto existente en la solución supera los 25g/ℓ, surgen varios problemas, los cuales son: “desigualdad de espesor de revestimiento”, “generación de descoloración”, “desigualdad de penetración de color”, “deterioro de revestimiento”,etc. Además, el aumento del aluminio causa el aumento de la carga negativa de enfriamiento que debe hacer para elevar la tensión. El mantener en cierto nivel la concentración de aluminio tiene los siguientes efectos:

(1) Regenerador Automático del Baño de Aluminio Anodizado

Efectos en la Calidad

- 1) Poder asegurar siempre una calidad estable del revestimiento anodizado
- 2) Poder evitar los problemas causados por la desigualdad de espesor del revestimiento
- 3) Poder estabilizar el tono de color en el momento de la tintura y la coloración electrolítica

Efectos en el Costo

- 1) Poder reducir el costo de neutralización
- 2) Poder evitar la pérdida de producción causada por el trabajo de renovación de líquido
- 3) Poder liberarse de los trabajos de control, renovación y construcción de baño

(2) Recuperador de Acido por Diálisis Difusa

- 1) Por tener un rendimiento muy alto de separación del ácido y las bases, se puede recuperar el ácido de alta calidad
- 2) Por ser muy compacto a través de la simplificación aplicada a su estructura, el costo de equipo es bajo
- 3) El costo de operación consiste en el de sustitución de la membrana de intercambio iónico y el de electricidad para la bomba, nada más.
- 4) No hace falta colocar personal ya que la operación es automática y es fácil hacer el mantenimiento.
- 5) No hace falta hacer el trabajo de sustitución de líquido usado por el ácido nuevo adquirido, lo cual ofrece seguridad en el trabajo y la reducción del costo de mano de obra.
- 6) Al hacer la operación continua el dispositivo, se suministra constantemente el ácido recuperado y se puede fijar la concentración, lo cual permite facilitar el control de proceso.
- 7) Por no utilizarse el vapor ni el aceite pesado, no hay temor a contaminación secundaria.

5. Comentarios

Como dispositivo de recuperación de ácido sulfúrico, se han presentado el que utiliza la resina especial de intercambio iónico y el de la nueva membrana penetrante de ion. Sin embargo, estos dispositivos no están difundidos ampliamente en las empresas de tratamiento anodizado por tener valor muy bajo el ácido sulfúrico actualmente en Japón, por lo que sólo se utilizan en fábricas de tratamiento de gran escala de algunas empresas grandes. Pero, esto es una evaluación hecha desde el punto de vista del costo nada más. Si se considera el reaprovechamiento de recursos y la reducción de residuos que son motivo de creación de dichos dispositivos, se deben aprovechar más éstos. Se espera que dichos dispositivos se difundan más en el futuro.

Estudio de Caso 4-4

Tratamiento de Aguas Residuales de una Empresa (Mitaka Kinzoku)

(1) Rama de Industria: Subsector de la Industria Galvánica

(2) Productos: Productos Galvánicos como Dorados, Plateados, Cobreados, Niquelados, Cromados

(3) Puntos Relevantes de la Tecnología de Producción Más Limpia:
Perfección de 3S y Medida contra Apariencia

1. Explicación de Productos y planta de Producción

La empresa "MITAKA KINZOKU" es un galvanizador que tiene su oficina principal tipo fábrica en la ciudad de Mitaka, Tokio, y sus objetivos de trabajo son como se describen en la tabla 1.

Tabla 1 Objetivos de Trabajo de Mitaka Kinzoku

Sector objeto de Trabajo	Tipo de Galvanización
Aparatos Eléctricos	Oro, Plata, Rodio, Paladio, Cromo Hiperduro
Maquinaria	Cromo Duro, Cromo Negro, Cobre, Niquel
Aparatos Electrónicos	Cromo, Hierro, Zinc, Estaño, Aleación de Estaño y Plomo, Aluminio Anodizado

La empresa se haya situada cerca de la estación ferroviaria de Mitaka, la cual anteriormente era una zona poco alejada del centro urbano de Tokio, en que covivían las empresas pequeñas y medianas y las viviendas, sin embargo, actualmente se ha convertido en zona residencial de Tokio en donde se han construido los edificios altos para dicho fin.

En la foto 1 se muestra la apariencia de la fábrica de Mitaka.

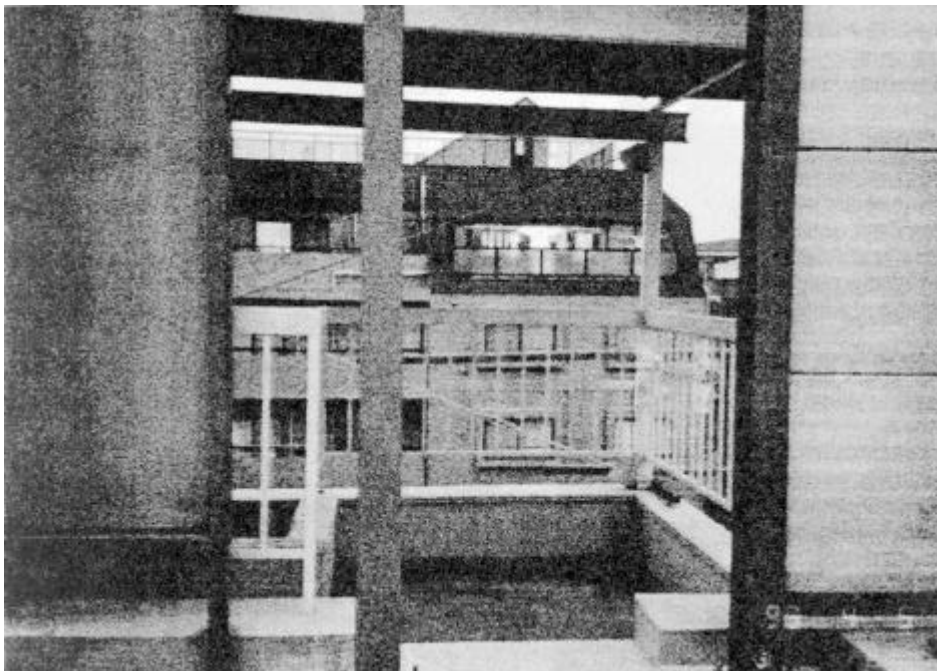
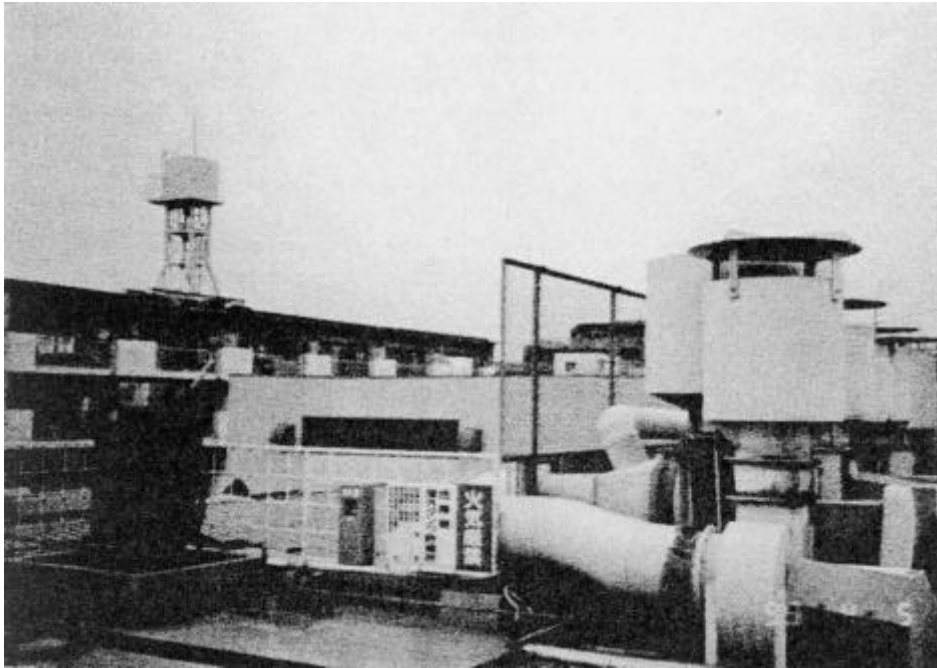
Foto 1 Apariencia de la Fábrica de Mitaka



Es un edificio de 3 pisos hecho de hormigón armado y en cada piso está instalado el equipo galvánico, en el primer piso está el equipo de tratamiento de aguas residuales y en el tercero, el laboratorio.

En la foto 2 se muestran las circunstancias de la fábrica.

Foto 2 Circunstancias que rodean la Fábrica



Se describe la generalidad de la fábrica de Mitaka en la tabla 2.

Tabla 2 Generalidad de la Fábrica

Escala de Fábrica	Terreno 1,740 m ² Edificio 2,380 m ²
No. de Personal	55 personas
Venta	60,000,000 yenes japoneses / mes (1998)
Equipos de Producción	Tanque galvánicos 40 unidades Rectificador de fijo 35 unidades Caldera 500 kg/H Receptor Eeléctrico Trifásico 150 KVA 3 unidades Monofásico 50 KVA 1 unidad
Equipos de Laboratorio	Microscópio Metálico, Estereomicroscópio, Probador de esparcimiento de salmuera, Medidores de Espesor de Revestimiento
Equipos de Tratamiento de Aguas Residuales	Superficie de Equipos: 300 m ² (fue ampliada de 130 m ² a 300 m ² en 1996) Sistema Cianógeno----Descomposición en dos veces por la cloración alcalina Sistema Cromo-----Reducción por Bisulfito Sódico 100 m ³ / día Sistema de Otros---- --Neutralización de Acido y Alcalino, Regulación de PH Dispositivo Recuperador de Metales Pesados (Producto de Toshiba) Dispositivo de Intercambio Iónico, Electrodiálizador Tanque Subterráneo 100 m ³

En las fotos de 3 a 10 se indica el estado de Equipos.

Foto 3 Equipo para Galvanizado

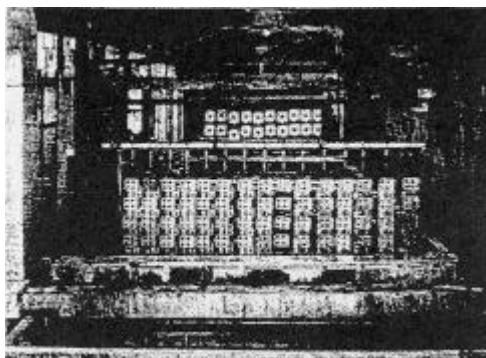


Foto 4 Equipo para Cobreado y Niquelado



Foto 5 Equipo para Plateado

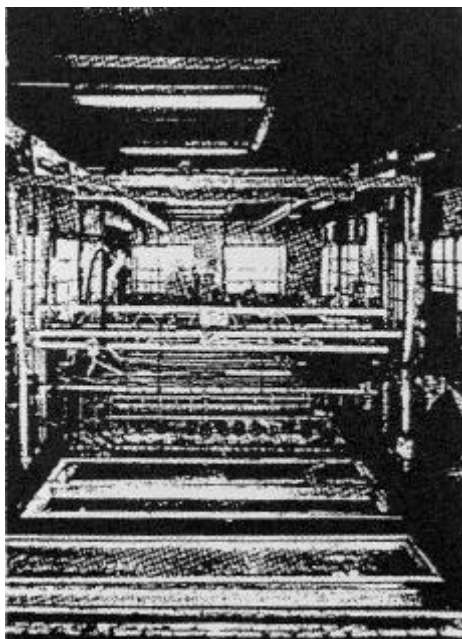


Foto 6 Equipos para Plateados Pequeños

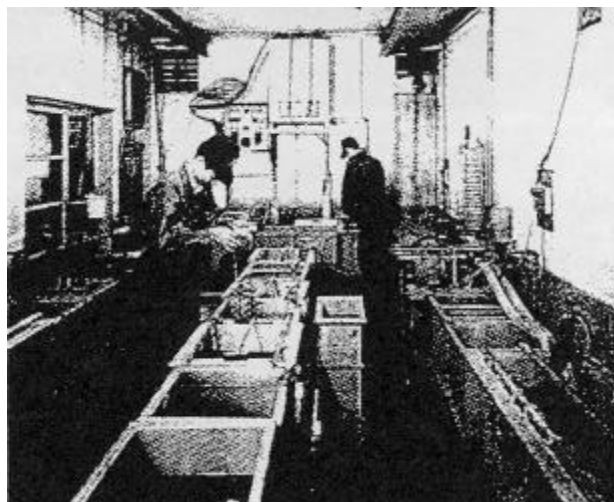


Foto 7 Equipo para Cromado Hiperduro

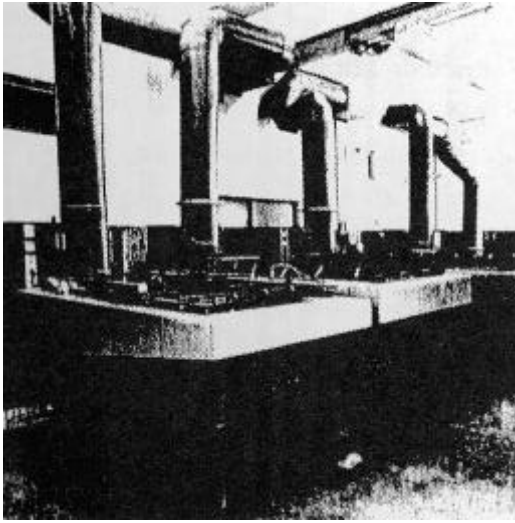


Foto 8 Equipo para Tablero de Circuito Impreso

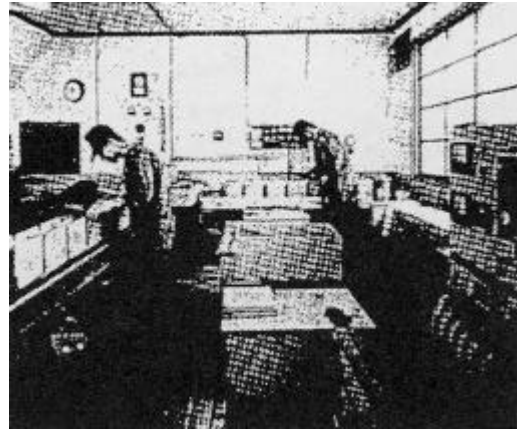


Foto 9 Equipos para Análisis e Investigaciones

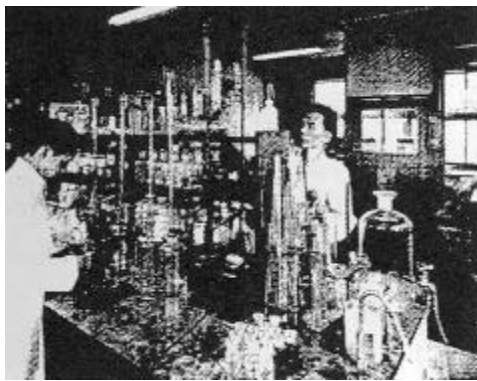
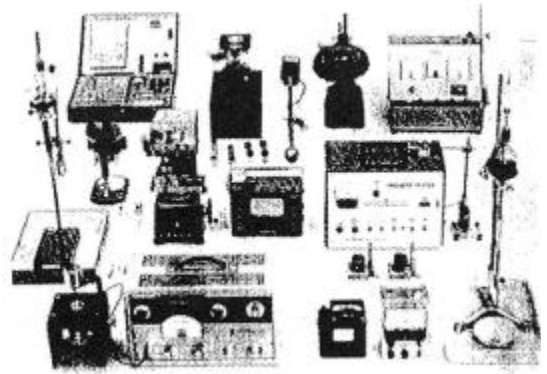


Foto 10 Equipos para Pruebas como Medidor de Espesor de Membrana



2. Antecedentes

En la tabla 3 se describen los antecedentes principales de la etapa de fundación de la fábrica de Mitaka.

Tabla 3 Antecedentes de la Fábrica de Mitaka

Marzo de 1938	Se construyeron 2 fábricas en la ciudad de Mitaka, Comienzo de Industria Galvánica y Pintura
Agosto dde 1945	Suspensión de fábricas por la terminación de Segunda Guerra Munndial
Septiembre de 1945	Reapertura de Elaboración antioxidación
Noviembre de 1950	Liquidación de empresa por no poder continuar la administración por causa de dificultades financieras
Noviembre de 1950	Fundación de nueva empresa bajo la instalación de equipos galvánicos adquiridos en la fábrica actual y que sigue funcionando hasta ahora.

En la época de 1950, sólo existían los equipos de tratamiento de aguas residuales de tipo neutralización, por lo cual la mayoría de tratamientos fue cubierta por la penetración subterránea. Sin embargo, En base al juicio de que no hay futuro para una empresa que molesta al vecindario, en 1956, dividiendo las soluciones residuales en 3 sistemas (Cianógeno, Cromo y otros), se instalaron los equipos de tratamiento en cada sistema. En lo sucesivo, la empresa se esforzó en tomar medidas contra contaminación, obteniendo el título de supervisor de prevención contra la contaminación el mismo presidente de la empresa. Como consecuencia de dicho esfuerzo, pudo aprobar las normas ambientales establecidas en la década de 70.

En 1960, llegó el momento en que no se podía continuar utilizando los equipos de tratamiento de aguas residuales por estar muy deteriorados. Entonces, se tomó la decisión de adquirir un terreno colindante, cuya superficie es de 160 m², para ampliar el área de dichos equipos y renovándose los mismos, con los cuales se sigue operando hasta hoy.

En la actualidad, se hacen muestreos periódicamente desde el tanque subterráneo que desemboca en el alcantarillado público para comprobar los niveles de CN, Cr+8, Cu, Zn, PH, y a través de dicha comprobación se elabora un informe de análisis. Desde el municipio de Mitaka vienen inspectores para hacer un muestreo de desagüe una vez cada 2 meses, en ese momento siempre está presente el personal de la empresa, el cual hace el mismo muestreo y lo analiza para la confirmación de la aprobación del municipio.

3. Descripción de la Tecnología de Producción Más Limpia

En caso de la empresa Mitaka Kinzoku, a causa de su localización, debía tomar medidas contra los 2 problemas siguientes:

- (1) Adaptación a las normas ambientales
- (2) Atención al sentimiento del vecindario

Como medidas básicas para dichos problemas, la empresa realizó el concepto de las **5 “S”**, es decir, Seiri (arreglo), Seiton (ordenamiento), Seiso (limpieza), Seiketsu (pulidez) y Situke (disciplina).

La empresa está convencida de que por el perfeccionamiento de las **5 “S”**, los empleados adquieren la costumbre de hacer sin falta lo que deben hacer, aunque piensen que no causaría ningún daño sino lo hicieran, la empresa tendría una constitución que no presenta defectos en la calidad y en la contaminación, y la mejora de apariencia de la fábrica tranquilizaría el sentimiento de los vecinos. Por lo tanto, las **5 “S”** “se ha convertido en medidas básicas.

Las **5 “S”** es la base del mejoramiento. Por convertirse en costumbre cotidiana, tendrá efectos de elevar las ganancias tales como la mejora de productividad, cero en productos defectuosos, la reducción de tiempo de fabricación, el espacio en el área de trabajo, y al mismo tiempo, se puede establecer un sistema de producción que permita adaptarse inmediatamente a cualquier cambio.

A continuación, se enumeran las cosas concretas que se han realizado.

(1) Cambio de Productos Químicos

Anteriormente en el proceso de desengrasamiento del tratamiento preliminar de galvanización se utilizaban solventes orgánicos y en el proceso de lavado por ácido, a su vez, productos químicos muy fuertes como el ácido nítrico. Pero, al considerar la protección ambiental, se dejó de usar estos productos. Por decirlo más concretamente, se detuvo el uso de los solventes orgánicos y el desengrasamiento se hace totalmente por inmersión alcalina y también se dejó de utilizar los ácidos con olor fuerte, a cambio de los cuales, se utiliza líquido abrasivo químico suave.

Además, el material de masking (nombre de género: Seal Kill) tiene olor desagradable por contener cola, por lo que se dejó de utilizar, sustituyéndolo por la manera en que se enrolla la cinta de vinilo a mano.

(2) Tratamiento Separado de Aguas Residuales

Si se mezclan las aguas residuales que tienen diferentes componentes, no se puede aplicar el tratamiento adecuado, por lo que se debe separar unas de otras, lo cual es el concepto básico de tratamiento de aguas residuales. De acuerdo con dicho concepto, se

dividió todas las aguas residuales que salen de la fábrica en 3 sistemas: cianógeno, cromo y otros (ácido y alcalino) y a cada sistema se aplicó el tratamiento correspondiente.

(3) Renovación de Equipos de Tratamiento de Aguas Residuales

En 1996 se deterioraron los equipos de tratamiento de aguas residuales que superaban los 40 años, por lo que se decidió renovarlos todos. Para ello, era necesario obtener 170 m² nuevamente, lo cual causó gran problema. Pero, gracias a Dios se pudo adquirir el terreno colindante con una dimensión de 160 m². Para la protección del medio ambiente la empresa realizó una inversión de 120,000,000 yenes japoneses, cuyo detalles son el costo de adquisición de terreno: 60,000,000 yenes japoneses, de equipos: 40,000,000 yenes japoneses y de edificios: 20,000,000 yenes japoneses.

(4) Gotas de Aguas Residuales y Limpieza Periódica

Las gotas de soluciones de cada proceso galvánico que se generan durante el transporte de los productos galvánicos de un proceso a otro ensucian el suelo y se mezclan con las aguas residuales, lo cual hace difícil el tratamiento. Para evitar dicho instigador de ensuciamiento de suelo se instalaron las cubiertas entre tanques a fin de poder mantener secos los suelos correspondientes.

Además, cada día es hecha la limpieza por todo el personal, asignando 15 minutos después de terminar el trabajo a dicho fin, con el objeto de mantener limpio y cómodo el ambiente de la oficina y de la fábrica.

(5) Aislamiento de Ruidos y Medidas para Apariencia

Por construirse edificios destinados a ser apartamentos uno tras otro alrededor de la fábrica galvánica, lo cual le obligó a prestar minuciosas atenciones a los habitantes de estos edificios. Por lo tanto, se instaló una cerca en la terraza de la fábrica para que los ruidos y vapores no les molesten y les dé una apariencia tranquilizante a los vecinos (ver la foto 2).

4. Efectos de la Tecnología de Producción más Limpia

Se puede decir que una empresa individual que se dedica a la industria galvánica ha podido continuar trabajando hasta hoy en una zona residencial del municipio de Tokio es el mayor efecto del esfuerzo sincero que se ha hecho para evitar la contaminación. Si se enumeran los efectos concretos, serán como sigue:

(1) Cumplimiento de Reglamentos Ambientales

La mejora de los procesos galvánicos basada en la idea de reducción del consumo de energía y recursos, la instalación de los equipos que hacen el tratamiento adecuado, dividiendo el desagüe según el contenido y el cumplimiento completo de rigurosas las normas ambientales, que son las razones por las que la ciudad de Mitaka y la autoridad del control de medio ambiente del municipio de Tokio confían en la fábrica como una empresa sin contaminación en zona residencial.

(1) Coexistencia de la Fábrica y el Vecindario

Por reconocer el esfuerzo que hace la fábrica por la consideración a los habitantes vecinales como por la mejora de la apariencia a través de la colocación de una cerca, se ha hecho posible la coexistencia de la industria galvánica y los habitantes en una zona residencial.

(3) Mejora de Ganancia por Perfeccionamiento de las 5 “S”

No dejar salir defectos por las medidas tomadas contra la contaminación se ha vinculado con la mejora de la calidad de los productos. Por lo tanto, recibió un pedido de galvanización especial, a través de la obtención de la escritura de aprobación del examen de equipos realizado por la Agencia de Defensa, asimismo, el pedido constante de un gran fabricante de aparatos eléctricos integrales que permiten elevar las ganancias de la empresa.

1. Comentarios

Esto es un ejemplo de una empresa que bajo los conceptos “no molestar a los habitantes de la zona” y “realización de sistema que no permita extraer aguas residuales” se esforzó voluntariamente y a sus expensas tomar medidas contra la contaminación e instaló desde hace muchos años los equipos de tratamiento de aguas residuales, gozando de los terrenos necesarios.

Por el perfeccionamiento de las 5 “S” (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketu, Shituke) la empresa mejoró su constitución empresarial, obtuvo la confianza de empresas consumidoras de sus productos y elevó sus beneficios. Y con dicha elevación de las ganancias ha podido cubrir los fondos que se necesitaban para las medidas a tomar contra la contaminación como el costo de los equipos de tratamiento de aguas residuales. Se debe aprender mucho de esta empresa.