

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

INFORME FINAL**

Julio de 1999

MITSUBISHI CHEMICAL ENGINEERING CORPORATION

MPI
JR
99-132

PREFACIO

En respuesta a la solicitud del Gobierno de la República de Colombia, el Gobierno del Japón decidió realizar el Estudio de Prevención de la Contaminación Industrial por la Promoción de Tecnologías de Producción Más Limpias en Santa Fé de Bogotá y encargó la realización dicho estudio a la Agencia de Cooperación internacional del Japón (JICA).

JICA envió a Colombia una misión de estudio presidida por el Sr. Shigeshi Katayanagi, asesor del presidente, de la firma Mitsubishi Chemical Engineering Corporation en tres oportunidades entre octubre de 1998 y junio de 1999.

La misión sostuvo discusiones con las autoridades relacionadas del Gobierno de Colombia y realizó las investigaciones en los lugares destinados al Proyecto. Después de su regreso al Japón, la misión realizó más estudios analíticos y se completó el presente Informe.

Espero que este informe sirva a la Prevención de la Contaminación Industrial por la Promoción de Tecnologías de Producción Más Limpias en Santa Fé de Bogotá y contribuya a promover las relaciones amistosas entre los dos países.

Deseo expresar mi profundo agradecimiento a las autoridades pertinentes del Gobierno de Colombia, por su estrecha cooperación brindada a las misiones.

Julio de 1999



Kimio Fujita

Presidente

Agencia de Cooperación Internacional del Japón

Julio de 1999

Sr. Kimio Fujita
Presidente
Agencia de Cooperación Internacional del Japón

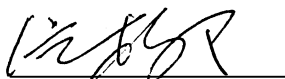
ACTA DE ENTREGA

Tenemos el agrado de presentarle el Informe Final del Estudio de Prevención de la Contaminación Industrial por la Promoción de Tecnologías de Producción Más Limpias en Santa Fé de Bogotá en la República de Colombia.

El presente Estudio tiene por objetivo realizar el diagnóstico de las fábricas de los cuatro sub-sectores industriales de la ciudad de Santa Fé de Bogotá, que incluyen el sub-sector textil, refinamiento de grasas y aceites, producción de jabones y la industria galvánica, sobre la base de cuyos resultados se procura elevar la productividad, y de esta manera reducir el volumen de descarga de los residuos industriales, a la par de poner en práctica las tecnologías de tratamiento de los residuos y disminuir la contaminación industrial.

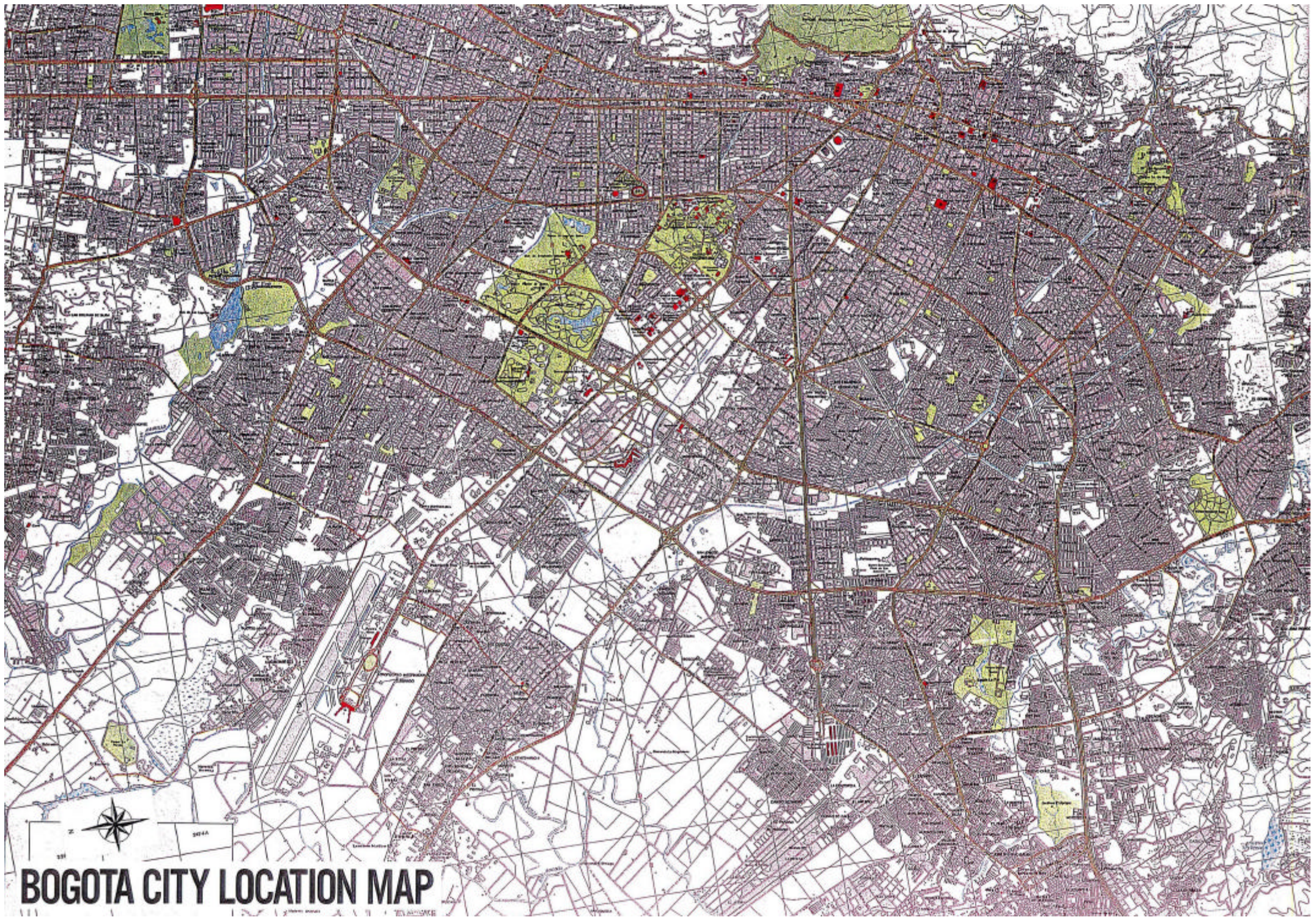
El presente informe está constituido por el estudio de políticas y el estudio de tecnología. El primero incluye la investigación y el análisis de las legislaciones y estrategias de preservación ambiental aplicadas a nivel nacional y en la ciudad de Santa Fé de Bogotá, y entrega una serie de recomendaciones sobre las medidas de mejoramiento efectivas para la descontaminación industrial. El segundo incluye las recomendaciones de mejoramiento aplicables a los procesos de producción y de control de producción en los cuatro sub-sectores mencionados, así como las propuestas específicas basadas sobre la auditoría detallada realizada a dos empresas de cada sub-sector. Paralelamente, hemos elaborado una serie de recomendaciones orientadas a las instituciones administrativas que apoyarían a las empresas en la implementación de las propuestas. Nuestro equipo de estudio ha procurado transferir la tecnología al personal de contraparte durante los servicios y mediante dos seminarios organizados en la segunda y la tercera etapa del estudio en Colombia. Estamos seguros de que las recomendaciones sometidas contribuirán a reducir la contaminación industrial en Santa Fé de Bogotá a través de los esfuerzos ambiciosos que se inviertan en su puesta en práctica por el sector industrial y por las instituciones administrativas. Y a la larga, esperamos que los beneficios sean repercutidos en todo el país.

Deseamos aprovechar la oportunidad para expresar nuestro profundo agradecimiento a las autoridades del Ministerio de Relaciones Exteriores, Ministerio de Comercio Internacional e Industria y de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón por el apoyo brindado para el desarrollo de nuestro estudio. También deseamos expresar nuestra gratitud a las autoridades de DAMA, nuestra contraparte, al Ministerio de Medio Ambiente de Colombia, ACCI, las asociaciones industriales y a todas las empresas colaboradoras por sus invalores consejos y cooperación para este estudio.



Shigeshi Katayanagi
Jefe del Equipo de Estudio

Estudio de Prevención de la Contaminación Industrial por la Promoción de Tecnologías de Producción Más Limpias en Santa Fé de Bogotá, República de Colombia



BOGOTA CITY LOCATION MAP

CONTENIDO

CAPITULO 1	PREFACIO	1-1
CAPITULO 2	ANTECEDENTES DEL ESTUDIO	
2-1	Antecedentes del Estudio	2-1
2-2	Objeto del Estudio	2-2
CAPITULO 3	PRINCIPALES RESULTADOS DEL ESTUDIO	
3-1	Procedimiento del Estudio	3-1
3-2	Resultados del Estudio	3-2
CAPITULO 4	SITUACION ACTUAL DE COLOMBIA (Y DE SANTA FE DE BOGOTA)	
4-1	Condiciones Naturales	4-1
4-2	Condiciones socioeconómica	4-2
4-3	Condiciones económicas	4-3
4-4	Situación actual de la contaminación industrial	4-11
CAPITULO 5	RECOMENDACIONES SOBRE LAS POLITICAS Y ESTRATEGIAS PARA LA DESCONTAMINACION INDUSTRIAL	
5-1	Políticas, leyes y reglamentos de descontaminación industrial	5-1
5-2	Políticas de descontaminación industrial	5-18
5-3	Organo promotor del plan de descontaminación industrial	5-34
5-4	Recomendaciones sobre políticas y estrategias para la descontaminación industrial	5-42
CAPITULO 6	AUDITORIA DE FABRICAS	
6-1	Metodología de la auditoría de fábricas	6-1
6-2	Normas de calidad de aguas residuales industriales	6-8
6-3	Análisis de calidad de aguas residuales	6-8
6-4	Costos de equipos y construcción	6-10
CAPITULO 7	ANTEPROYECTO DEL PLAN DE DESCONTAMINACION DEL SUB-SECTOR TEXTIL	
7-1	Perfil del sub-sector textil	7-1

7-2	Situación actual de la tecnología de producción del sub-sector textil	7-8
7-3	Situación actual de la tecnología de control de producción del sub-sector de textil	7-29
7-4	Contaminación industrial provocada por el sub-sector textil	7-34
7-5	Medidas de mejoramiento técnico del sub-sector textil	7-46
7-6	Conclusiones y recomendaciones para el fomento de las medidas de descontaminación en el sub-sector textil	7-53
7-7	Auditoría detallada -1:	7-57

CAPITULO 8 ANTEPROYECTO DEL PLAN DE DESCONTAMINACION DEL SUB-SECTOR DE REFINAMIENTO DE GRASAS Y ACEITES

8-1	Perfil del sub-sector de refinamiento de grasas y aceites	8-1
8-2	Situación actual de la tecnología de producción del sub-sector de refinamiento de grasas y aceites	8-7
8-3	Situación actual de la tecnología de control de producción del sub-sector de refinamiento de grasas y aceites	8-19
8-4	Contaminación industrial provocada por el sub-sector de refinamiento de grasas y aceites	8-21
8-5	Modificación técnica del sub-sector de refinamiento de grasas y aceites	8-31
8-6	Conclusiones y recomendaciones para el fomento de las medidas de descontaminación industrial en el sub-sector de refinamiento de grasas y aceites	8-34
8-7	Auditoría detallada -1	8-39
8-8	Auditoría detallada -2	8-49

CAPITULO 9 ANTEPROYECTO DEL PLAN DE DESCONTAMINACION DEL SUB-SECTOR DE PRODUCCION DE JABONES

9-1	Perfil del sub-sector de producción de jabones	9-1
9-2	Situación actual de la tecnología de producción del sub-sector de producción de jabones	9-9
9-3	Situación actual de la tecnología de control de producción en el sub-sector de producción de jabones	9-23
9-4	Contaminación industrial originada por el sub-sector de producción de jabones	9-26

9-5	Medidas para la mejora tecnológica en el sub-sector de producción de jabones	9-40
9-6	Anteproyecto del plan de descontaminación del sub-sector de producción de jabones	9-47
9-7	Auditoría detallada - 1	9-52
9-8	Auditoría detallada -2	9-61

CAPITULO 10 ANTEPROYECTO DEL PLAN DE DESCONTAMINACION DEL SUB-SECTOR DE LA INDUSTRIA GALVANICA

10-1	Perfil del sub-sector galvanica	10-1
10-2	Situación actual de la tecnología de producción del sub-sector de la industria galvanica	10-9
10-3	Modificación técnica del sub-sector de la industria galvanica	10-33
10-4	Situación actual de la tecnología de control de producción del sub-sector de industria galvanica	10-35
10-5	Contaminación industrial provocada por el sub-sector de la industria galvanica	10-48
10-6	Anteproyecto del plan de descontaminación industrial del sub-sector de industria galvanica	10-57
10-7	Selección de las empresas modelo objeto de la auditoría detallada	10-72
10-8	Auditoría detallada 1 :	10-74
10-9	Auditoría detallada 2:	10-99

CAPITULO 11 RESUMEN DE LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

11-1	Recomendaciones sobre políticas y estrategias de descontaminación industrial	11-1
11-2	Recomendaciones para la descontaminación industrial en los subsectores	11-6
11-3	Acciones que deben tomar las instituciones administrativas en cada sub-sector	11-12

LISTA DE CUADROS

Cuadro 4-1	Tasa de crecimiento real del PIB	4-4
Cuadro 4-2	Evolución de los precios de café (en centavos/libra)	4-7
Cuadro 4-3	Indicadores macroeconómicos de Colombia	4-9
Cuadro 4-4	Tasa de incumplimiento de las normas establecidas por DAMA	4-13
Cuadro 5-1	Comparación de las normas ambientales	5-7
Cuadro 5-2	Normas ambientales de Cundinamarca	5-8
Cuadro 5-3	Comparación de las normas de descarga de aguas	5-9
Cuadro 5-4	Clasificación de empresas según la contaminación por aguas residuales	5-11
Cuadro 5-5	Resolución No. 1074 de DAMA (28 de octubre de 1997): Normas de descarga de efluentes	5-12
Cuadro 5-6	Cuadro 5-6 Medición e información que deben realizar los establecimientos industriales objeto de regulación de la emisión total de Tokio	5-14
Cuadro 5-7	Normas de emisión de los diferentes países	5-15
Cuadro 5-8	Porcentaje de co-financiación de FRATI	5-20
Cuadro 5-9	Proyectos sujetos a co-financiación de FRATI	5-20
Cuadro 5-10	Presupuesto de DAMA para el apoyo a PYMEs	5-22
Cuadro 5-11	Matriz del Sistema de Mediación de Financiamiento para la Conservación Ambiental Aplicado a las PYMEs en Tokio (ejercicio 1999)	5-27
Cuadro 5-12	Matriz de incentivos tributarios aplicables a las instalaciones pro-ambientales	5-28
Cuadro 5-13	Sistema de nombramiento de personas responsables de la prevención de contaminación en Japón	5-32
Cuadro 5-14	Sistema de nombramiento de personas responsables de la prevención de contaminación mediante ordenanza de control de contaminación de la ciudad de Tokio (1972 -)	5-32

Cuadro 5-15	Propiedades de las aguas en su entrada (proyección)	5-41
Cuadro 5-16	Resumen de las recomendaciones de políticas y estrategias para la descontaminación industrial	5-43
Cuadro 5-17	Comparación de las normas de descarga de DBO y DQO	5-45
Cuadro 5-18	Desglose de las empresas sujetas a la regulación de efluentes industriales en Tokio	5-48
Cuadro 6-1	Equipo para análisis de calidad de agua	6-9
Cuadro 6-2	Análisis de agua residual	6-9
Cuadro 6-3	Costos de equipos	6-10
Cuadro 7-1	Consumo según material	7-2
Cuadro 7-2	Consumo según utilidad	7-3
Cuadro 7-3	Volumen de producción según rubros de la industria textil en Santa Fé de Bogotá	7-4
Cuadro 7-4	Número de empresas textiles según ciudades y su producción	7-5
Cuadro 7-5	Número de empresas de confección según ciudades y su producción	7-5
Cuadro 7-6	Lista de las empresas de teñido (tejido y género de punto) de Santa Fé de Bogotá	7-6
Cuadro 7-7	Empresas objeto del primer estudio	7-7
Cuadro 7-8	Número de equipos instalados en las fábricas estudiadas según tipo	7-9
Cuadro 7-9	Equipos y procesos de producción más limpia	7-12
Cuadro 7-10	Tasa de fijación de colorantes según tipo 4)	7-22
Cuadro 7-11	Calidad de efluentes según procesos de tintura	7-36
Cuadro 7-12	Calidad de efluentes de las plantas del sub-sector textil	7-37
Cuadro 7-13	Calidad de aguas residuales descargadas del sub-sector textil de Santa Fé de Bogotá	7-38
Cuadro 7-14	Procesos de tratamiento de aguas residuales y sus efectos	7-40
Cuadro 7-15	Condiciones de tratamiento por fango activado	7-42
Cuadro 7-16	Diferentes métodos de tratamiento utilizados (sin incluir la regulación de pH)	7-44
Cuadro 7-17	Medidas de mejoramiento de técnicas de producción	7-53

Cuadro 7-18	Medidas de mejoramiento de técnicas de control	7-54
Cuadro 7-19	Medidas de mejoramiento de las plantas de tratamiento de efluentes	7-54
Cuadro 7-20	Condiciones de teñido de poliéster	7-62
Cuadro 7-21	Condiciones de teñido de géneros de punto de poliéster/algodón	7-63
Cuadro 7-22	Lista de equipos de la Fábrica 1 de la Auditoría detalla	7-64
Cuadro 7-23	Calidad de efluentes del proceso de teñido de poliéster y de poliéster/algodón	7-68
Cuadro 7-24	Recomendaciones de mejoramiento de técnicas de producción para la Fábrica 1 de la Auditoría detallada	7-69
Cuadro 7-25	Recomendaciones de mejoramiento de técnicas de control para la Fábrica 1 de la Auditoría detallada	7-69
Cuadro 7-26	Recomendaciones de mejoramiento de tratamiento de efluentes para la Fábrica 1 de la Auditoría detallada	7-69
Cuadro 8-1	Clasificación del sub-sector de refinamiento de grasas y aceites de Santa Fé de Bogotá	8-1
Cuadro 8-2	Empresas visitadas	8-2
Cuadro 8-3	Tasa de operación de las empresas visitadas	8-2
Cuadro 8-4	Materias primas y productos terminados	8-3
Cuadro 8-5	Perfil de las empresas visitadas	8-4
Cuadro 8-6	Producción de aceites comestibles principales en Colombia	8-5
Cuadro 8-7	Producción de aceites y grasas en Japón	8-6
Cuadro 8-8	Técnicas de producción adoptada por cada empresa	8-7
Cuadro 8-9	Dotación del sistema tratamiento de aguas residuales	8-22
Cuadro 8-10	Resultados del análisis de efluentes de las plantas de procesamientos de grasas y aceites	8-23
Cuadro 8-11	Cargas contaminantes de los efluentes (promedio de las 9 empresas visitadas)	8-25
Cuadro 8-12	Impacto de las aguas residuales sobre el medio ambiente	8-26
Cuadro 8-13	Impacto del sub-sector de refinamiento de grasas y aceites sobre el medio ambiente	8-27
Cuadro 8-14	Perfil de las plantas de procesamiento de aceites	8-27
Cuadro 8-15	Ordenanzas de Tokio	8-29

Cuadro 8-16	Normas de diseño de las plantas de tratamiento de aguas residuales de las plantas de procesamiento de aceites y grasas (350 m ³ / día)	8-30
Cuadro 8-17	Nuevas normas (propuesta)	8-34
Cuadro 8-18	Rubros de producción y su porcentaje	8-39
Cuadro 8-19	Requerimientos unitarios medios	8-41
Cuadro 8-20	Resultados del análisis de los efluentes	8-42
Cuadro 8-21	Criterios de diseño	8-44
Cuadro 8-22	Lista de equipos	8-46
Cuadro 8-23	Estimación de costos de construcción de un nuevo sistema de tratamiento de aguas residuales	8-47
Cuadro 8-24	Costo marginal	8-47
Cuadro 8-25	Rubros de producción y su porcentaje	8-49
Cuadro 8-26	Requerimientos unitarios medios	8-51
Cuadro 8-27	Resultados del análisis de los efluentes	8-51
Cuadro 8-28	Criterios de diseño	8-54
Cuadro 8-29	Lista de equipos	8-55
Cuadro 8-30	Estimación de costos de construcción de un nuevo sistema de tratamiento de aguas residuales	8-55
Cuadro 8-31	Costo marginal	8-56
Cuadro 9-1	Número de empresas en el sub-sector de producción de jabones en Santa Fé de Bogotá	9-2
Cuadro 9-2	Fábricas estudiadas	9-2
Cuadro 9-3	Estadísticas de la Industria Jabonera en Colombia	9-3
Cuadro 9-4	Producción de jabones y detergentes en Bogotá (1996)	9-3
Cuadro 9-5	Producción nacional total de jabones y detergentes	9-4
Cuadro 9-6	Tasa de crecimiento anual de producción nacional	9-5
Cuadro 9-7	Producción anual de jabón y detergente en Japón	9-6
Cuadro 9-8	Consumo de jabón y detergente en Europa (1990)	9-8
Cuadro 9-9	Composición del costo para la producción de jabones	9-11
Cuadro 9-10	Combinación general de los agentes	9-15
Cuadro 9-11	Costo de la producción de detergentes	9-17
Cuadro 9-12	Agentes tenso-activos representativos	9-18
Cuadro 9-13	Desechos sólidos de fábricas estudiadas :	9-26

Cuadro 9-14	Aguas residuales de las fábricas visitadas	9-28
Cuadro 9-15	Normas de materiales contaminantes orgánicos en la desagüe	9-29
Cuadro 9-16	Normas de aguas para agente tenso activo	9-31
Cuadro 9-17	Descarga de contaminantes de las fábricas estudiadas	9-33
Cuadro 9-18	DBO y DQO del jabón, agentes tenso activos y glicerina	9-35
Cuadro 9-19	DBO de los productos en Bogotá (1996)	9-36
Cuadro 9-20	Composición de costos de las pequeñas y medianas fábricas	9-45
Cuadro 9-21	Rendimiento de las medidas técnicas	9-46
Cuadro 9-22	Calidad meta de las aguas residuales del sub-sector	9-48
Cuadro 9-23	Capacidad de producción de cada unidad del proceso	9-56
Cuadro 9-24	Consumo de la materia prima por lote	9-56
Cuadro 9-25	Calidad de aguas residuales de la Fábrica 1 de auditoría detallada	9-59
Cuadro 9-26	Producción y venta anual de la Fábrica 2 de auditoría detallada	9-63
Cuadro 9-27	Calidad de aguas residuales de la Fábrica 2 de auditoría detallada	9-68
Cuadro 10-1	Número de empresas de la industria galvánica en Santa Fé de Bogotá	10-1
Cuadro 10-2	Clasificación de las empresas galvánicas	10-2
Cuadro 10-3	Tamaño de las empresas galvánicas	10-3
Cuadro 10-4(1)	Perfil de las empresas visitadas	10-4
Cuadro 10-4(2)	Perfil de las empresas visitadas	10-5
Cuadro 10-5	Perfil de las empresas visitadas (segunda etapa)	10-6
Cuadro 10-6	Dotación del sistema de tratamiento de aguas residuales	10-8
Cuadro 10-7	Tipo de baños de cobreado, propiedades de recubrimiento y utilidades	10-17
Cuadro 10-8	Aplicación industrial y utilidad del dorado	10-20
Cuadro 10-9	Aplicación industrial y utilidad del plateado	10-20
Cuadro 10-10	Aplicación industrial del niquelado	10-21
Cuadro 10-11	Propiedades del metalizado de aleación de níquel-fósforo por vía química	10-22

Cuadro 10-12	Aplicaciones y objetivos del metalizado de aleación de níquel-fósforo por vía química	10-23
Cuadro 10-13	Resultados del análisis de agua (1)	10-36
Cuadro 10-14	Resultados del análisis de agua (2)	10-38
Cuadro 10-15	Resultados del análisis de agua (3)	10-39
Cuadro 10-16	Resultados del análisis de agua (4)	10-39
Cuadro 10-17	Descarga total	10-41
Cuadro 10-18(1)	Empresas visitadas para el seguimiento (segunda etapa)	10-51
Cuadro 10-18(2)	Empresas visitadas para el seguimiento (segunda etapa)	10-52
Cuadro 10-19	Actividades de las empresas participantes	10-61
Cuadro 10-20	Evolución histórica del parque industrial	10-62
Cuadro 10-21	Plan de promoción de la Descontaminación Industrial	10-68
Cuadro 10-22	Plan de promoción de la Descontaminación Industrial	10-70
Cuadro 10-23	Evaluación para la selección	10-73
Cuadro 10-24	Perfil de la fábrica	10-74
Cuadro 10-25	Plan de mejoramiento gradual	10-92
Cuadro 10-26	Costos de instalaciones y de obra	10-96
Cuadro 10-27	Costo de operación	10-97
Cuadro 10-28	Evaluación general	10-98
Cuadro 10-29	Perfil de la fábrica	10-100
Cuadro 10-30	Condiciones de operación	10-103
Cuadro 10-31	Consumo de los productos químicos (promedio mensual)	10-105
Cuadro 10-32	Comparación de calidad de agua	10-114
Cuadro 10-33	Datos de las aguas residuales	10-114
Cuadro 10-34	Costos de instalaciones y de obras	10-116
Cuadro 10-35	Costo de operación	10-117
Capítulo 11	Resumen del Informe Final del Estudio de Prevención de la Contaminación Industrial por la Promoción de Tecnologías de Producción Más Limpias en Santa Fé de Bogotá	11-15

LISTA DE FIGURAS

Figura 4-1	Comparación de la tasa de crecimiento real de PIB de Colombia y otros países latinoamericanos	4-4
Figura 4-2	Comparación de la tasa de inflación de Colombia y otros países latinoamericanos	4-5
Figura 5-1	Proyecto de dotación de la planta de tratamiento	5-41
Figura 5-2	Plan de las acciones que deben tomar las instituciones administrativas	5-58
Figura 6-1 (1)	Diagrama de Flujo de la Auditoria de Fabricas	6-2
Figura 6-1 (2)	Diagrama de Flujo de la Auditoria de Fabricas	6-3
Figura 6-2	Procedimientos del análisis para la reducción de la descarga de las aguas residuales	6-6
Figura 7-1	Evolución de las cosechas de algodón	7-2
Figura 7-2	Estadísticas comerciales de los productos textiles (telas)	7-3
Figura 7-3	Estadísticas comerciales de los productos textiles	7-3
Figura 7-4	Evolución de la producción de la sección de telas	7-4
Figura 7-5	Flujo básico del proceso de la tintura	7-8
Figura 7-6	Flujo de procesos de recuperación térmica de los efluentes	7-20
Figura 7-7	Flujo de recuperación de PVA	7-25
Figura 7-8	Flujo de recuperación y reutilización de agua mediante Filtración	7-27
Figura 7-9	Flujo de recuperación y reutilización de agua mediante tratamiento avanzado del efluente compuesto	7-28
Figura 7-10	Proceso y efluentes del proceso de tintura	7-35
Figura 7-11	Flujo básico del proceso de tratamiento por floculación	7-41
Figura 7-12	Flujograma del tratamiento por fango activado	7-43
Figura 7-13	Organigrama de la Fábrica 1 de la auditoría detallada	7-58
Figura 7-14	Flujo de producción de la Fábrica 1 de la auditoría detallada	7-60
Figura 7-15	Flujo de agua - Fábrica 1 de la auditoría detallada	7-61
Figura 8-1	Producción de aceite con materia prima vegetal	8-8

Figura 8-2	Producción de aceite con materia prima animal	8-9
Figura 8-3	Producción de aceite con materia prima mineral	8-10
Figura 8-4	Procesos de refinamiento de aceites y grasas	8-11
Figura 8-5	Flujo de las aguas residuales	8-22
Figura 8-6	DBO & DQO	8-24
Figura 8-7	DBO & Agua residual	8-24
Figura 8-8	Flujo de tratamiento de efluentes de las plantas de procesamiento de aceites y grasas	8-31
Figura 8-9	Primer paso	8-35
Figura 8-10	Segundo paso	8-35
Figura 8-11	Tercer paso	8-36
Figura 8-12	Flujo esquemático de procesos	8-40
Figura 8-13	Balance de agua	8-41
Figura 8-14	Puntos de muestreo de los efluentes analizados	8-42
Figura 8-15	Sistema de tratamiento de aguas residuales (propuesta)	8-48
Figura 8-16	Disposición del sistema de tratamiento de aguas residuales (propuesta)	8-48
Figura 8-17	Flujo esquemático de procesos	8-50
Figura 8-18	Balance de agua	8-50
Figura 8-19	Puntos de muestreo de los efluentes analizados	8-52
Figura 8-20	Sistema de tratamiento de aguas residuales (propuesta)	8-57
Figura 8-21	Disposición del sistema de tratamiento de aguas residuales (propuesta)	8-58
Figura 9-1	Producción nacional de jabones y detergentes	9-4
Figura 9-2	Producción anual de jabón y detergente en Japón	9-7
Figura 9-3	Diagrama de flujo del proceso de producción de jabón (1)	9-11
Figura 9-4	Diagrama de flujo del proceso de producción de jabón (2)	9-12
Figura 9-5	Diagrama de flujo del proceso de producción de jabón (3)	9-13
Figura 9-6	Proceso de producción de base mediante neutralización continua	9-14
Figura 9-7	Diagrama de Flujo del proceso de producción de detergentes	9-16
Figura 9-8	Flujodiagrama de tratamiento de gas efluente de sulfonación	9-19

Figura 9-9	Diagrama de flujo de tratamiento de gas efluente del deshidratador de aspersión	9-20
Figura 9-10	Diagrama de flujo de proceso de producción de limpiadores	9-21
Figura 9-11	Diagramas de flujo del sistema de tratamiento de aguas (1)	9-27
Figura 9-12	Diagramas de flujo del sistema de tratamiento de aguas (2)	9-28
Figura 9-13	Carga ambiental de jabones y detergentes producidos por el sub-sector	9-37
Figura 9-14	Biodegradabilidad de agentes tenso activos	9-38
Figura 9-15	Organigrama de la Fábrica 1 de la auditoría detallada	9-52
Figura 9-16	Disposición de la Fábrica 1 de la auditoría detallada	9-53
Figura 9-17	Diagrama de flujo de producción de la Fábrica 1 de la auditoría detallada	9-55
Figura 9-18	Flujo de materiales de la Fábrica 1 de la auditoría detallada	9-57
Figura 9-19	Organigrama de la Fábrica 2 de la auditoría detallada	9-61
Figura 9-20	Disposición de la Fábrica 2 de la auditoría detallada	9-62
Figura 9-21	Diagrama del flujo de producción de la Fábrica 2 de la auditoría detallada	9-64
Figura 9-22	Balance de materiales de la Fábrica 2 de la auditoría detallada	9-65
Figura 9-23	Flujo de aguas residuales de la Fábrica 2 de la auditoría detallada	9-68
Figura 10-1	Procesos de recubrimiento (electroquímico para revestimiento decorativo y antioxidante)	10-11
Figura 10-2	Diagrama de flujo de galvanoplastia (recubrimiento electroquímico – cromo industrial)	10-12
Figura 10-3	Procesos de recubrimiento (Anodización)	10-13
Figura 10-4	Diagrama de proceso (galvanización por inmersión en caliente)	10-14
Figura 10-5	Diagrama de proceso (pintado en caliente)	10-15
Figura 10-6	Propiedades físicas de los recubrimientos según el tipo de baños (ejemplo)	10-18

Figura 10-7	Lavado por contraflujo	10-30
Figura 10-8	Comparación de las rutas de drenaje	10-31
Figura 10-9	Evolución del número de empresas galvanicas	10-43
Figura 10-10	Problemas ambientales	10-45
Figura 10-11	Tratamiento de cianógeno de las aguas residuales mediante aplicación de cloro a soluciones álcalis	10-54
Figura 10-12	Tratamiento del cromo de las aguas residuales por el método de reducción	10-55
Figura 10-13	Proceso de tratamiento estándar de las aguas residuales en la industria galvanica	10-56
Figura 10-14	Tratamiento de aguas residuales por el método de tratamiento por lotes (ejemplo)	10-57
Figura 10-15	Funcionamiento del Centro de Tratamiento	10-64
Figura 10-16	Configuración de la fábrica (Disposición de procesos)	10-75
Figura 10-17	Venta	10-78
Figura 10-18	Estructura de costo	10-78
Figura 10-19	Flujo de procesos	10-80
Figura 10-20	Consumo de agua (volumen de descarga)	10-82
Figura 10-21	Balance hídrico según procesos	10-83
Figura 10-22	Consumo de productos químicos	10-84
Figura 10-23	Datos de análisis según comportamiento de operación	10-89
Figura 10-24	Zonificación	10-92
Figura 10-25	Plan de mejoramiento - Instalación de tratamiento de CN	10-93
Figura 10-26	Método de tratamiento discontinuo de las aguas residuales del enchapado metálico	10-94
Figura 10-27	Pliego de Flujo del proceso	10-103
Figura 10-28	Producción y consumo de agua	10-104
Figura 10-29	Recuperación de la solución de anodización	10-110
Figura 10-30	sistema de reciclaje de agua	10-112
Figura 10-31	Puntos de muestreo y datos de análisis	10-113
Foto 10-1	Instrucciones de ordenamiento (cartel)	10-75
Foto 10-2	Procesos representativos	10-76
Foto 10-3	Fotografías de la fábrica	10-100
Foto 10-4	Tanque de tratamiento	10-111
Foto 10-5	Presa del interior del tanque	10-111
Foto 10-6	Filtro de carbón	10-111

CAPITULO 1
PREFACIO

CAPITULO 1 PREFACIO

Este es el Informe Final del Estudio de Prevención de la Contaminación Industrial por la Promoción de Tecnologías de Producción Más Limpias en Santa Fé de Bogotá, República de Colombia. Mitsubishi Chemical Engineering Corporation, contratada por la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA), desarrolló el presente proyecto y hace entrega de este Informe y el Informe Ejecutivo del Proyecto al Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente (DAMA) que es la organización de contraparte colombiana.

En este estudio se propone investigar los aspectos legales e institucionales a manera de facilitar la preparación del plan eficaz de prevención de contaminación industrial por parte de los organismos de protección ambiental y el sector manufacturero. El estudio incluye las recomendaciones de mejoramiento sobre la base de las informaciones recogidas a través del diagnóstico de las fábricas. Nuestro informe resume las recomendaciones sobre las políticas y estrategias para la descontaminación industrial así como los planes de descontaminación industrial de los cuatro subsectores seleccionados (textil, refinamiento de grasas y aceites, producción de jabones e industria galvánica).

El estudio se basa sobre el Alcance de Trabajo suscrito entre las autoridades del Gobierno Colombiano y de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) el 21 de julio de 1998, y se inició en octubre de ese mismo año para culminarse en julio de 1999, con una duración de 10 meses. El equipo de estudio realizó dos estudios en campo, los subsiguientes trabajos analíticos en Japón, así como el seminario de transferencia tecnológica durante la segunda etapa del estudio en Colombia. Asimismo, la tercera etapa (presentación del borrador del Informe Final y el seminario) fue realizada siguiendo el cronograma que se entrega a continuación:

Estudio	Período
- Primera etapa del estudio en Colombia:	De octubre a diciembre de 1998
- Segunda etapa del estudio en Colombia:	De enero a marzo de 1999
- Tercera etapa del estudio en Colombia	Junio de 1999
- (Presentación del borrador del informe final y seminario):	

Hasta ahora, el equipo de estudio hizo entrega de los siguientes informes a DAMA:

Informes	Fechas de entrega	Breve descripción
Informe Inicial	Octubre de 1998	Plan de estudio
Informe de Progreso (1)	Diciembre de 1998	Resultados de la primera etapa del estudio en Colombia
Informe Intermedio	Enero de 1999	Informe de los resultados del estudio en la fase intermedia
Informe de Progreso (2)	Marzo de 1999	Resultados de la segunda etapa del estudio en Colombia
Borrador del Informe Final	Junio de 1999	Explicación de los resultados del estudio

Los expertos que integraron el equipo de estudio fueron los siguientes:

Nombre y apellido	Cargo
Shigeshi Katayanagi	Jefe del equipo y políticas ambientales
Shingo Mori	Procesos de producción (tecnología de producción más limpia: sub-sector textil)
Shizuo Takashima	Procesos de producción (tecnología de producción más limpia: sub-sector de refinamiento de grasas y aceites)
Shigeo Aoki	Procesos de producción (tecnología de producción más limpia: sub-sector de la producción de jabones)
Shinsuke Hashimoto	Procesos de producción (tecnología de producción más limpia: sub-sector de la industria galvánica)
Akira Kataoka	Control de producción (sub-sector textil)
Hironobu Yamada	Control de producción (sub-sector de refinamiento de grasas y aceites)
Kunio Sakuma	Control de producción (sub-sector de la producción de jabones)
Kazuo Hirase	Control de producción (sub-sector de la industria galvánica)
Fumio Shimamoto	Tecnología de final del tubo 1
Ryo Oshima	Tecnología de final del tubo 2
Rie Kembo	Intérprete
Mitsuo Yoshida	Coordinador

Asimismo, se entrega a continuación el listado de los participantes de DAMA, el organismo de contraparte colombiana.

Nombre y apellido	Cargo
Manuel Felipe Olivera	Director, DAMA
Drako Arturo Reyes	Subdirector, DAMA
José Miguel Rincón	Subdirector, DAMA
Jorge Díaz Arrieta	Profesional, DAMA
Adriana Hernández	Profesional, DAMA
Raúl Méndez Contreras	Profesional, DAMA
Alicia Acuña	Profesional, DAMA
Fernando Molano	Técnico, DAMA

CAPITULO 2
ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

CAPITULO 2 ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

2-1 Antecedentes del Estudio

El medio ambiente de Colombia se ha visto degradado en los últimos años como consecuencia del desarrollo social. La situación es especialmente seria en Santa Fé de Bogotá, Cali, Medellín, Barranquilla, y otras ciudades grandes donde el avanzado grado de urbanización ha contaminado el aire y las aguas fluviales. La solución a este problema constituye el desafío de primordial importancia dentro del Plan de Desarrollo Nacional de Colombia.

Japón se ha enfrentado al problema de la contaminación ambiental en la etapa de crecimiento económico y de industrialización iniciada en los años' 60. El gobierno, el sector industrial y los ciudadanos aunaron los esfuerzos para disminuir los efectos contaminantes del entorno nacional. Los esfuerzos incluían la definición del marco legislativo relacionado con la contaminación ambiental. Las dos crisis energéticas que azotaron el sector industrial posteriormente, han impulsado el proceso de racionalización del sistema de producción y el desarrollo de la tecnología de control de producción en un intento de ahorrar cada vez más la energía y los recursos. Es así como Japón se convirtió en uno de los países pioneros en la promoción de la tecnología de producción más limpia (PML).

Por estos motivos y ante la necesidad de solucionar los problemas de los residuos en general en Santa Fé de Bogotá, el Gobierno de Colombia ha solicitado al Gobierno del Japón la cooperación en los siguientes dos campos.

1. Diagnóstico de la descarga de los residuos en general industriales
2. Elaboración del plan maestro que incluya las recomendaciones para el establecimiento del sistema de eliminación de los residuos en general industriales, abarcando desde la recogida, transporte hasta la descarga en el sitio de disposición final.

Esta solicitud fue presentada en un intento de solucionar el problema ambiental de la ciudad capital de Colombia, donde la disposición de los residuos en general industriales junto con los municipales ha provocado serios impactos contaminantes al aire, agua, suelo, etc. a través de los procesos de percolación y evaporación de las sustancias perjudiciales.

El Gobierno del Japón, en respuesta a esta solicitud, envió a Colombia un equipo de estudio de JICA en los meses de febrero y de julio de 1998, con el fin de discutir el problema con las autoridades colombianas. Como conclusión, ambas partes

acordaron en incluir en el presente Estudio el mejoramiento de los procesos de producción (la introducción de la tecnología de producción más limpia), readecuación de las plantas de tratamiento internas de los residuos sólidos, promoción del reciclaje y las recomendaciones de política sectorial. Por otro lado, se decidió excluir del estudio los procesos de recogida, transporte y disposición final de los residuos (así como las recomendaciones de política pertinentes). Como prueba de conformidad, se firmaron el Alcance del Trabajo y la Minuta de Reunión, el 21 de julio de 1998 entre los representantes de la contraparte colombiana y JICA.

El presente estudio fue realizado obedeciendo los términos establecidos en dicho Alcance del Trabajo y en la Minuta de Reunión.

2-2 Objeto del Estudio

El presente Estudio tiene por objetivo entregar las recomendaciones para la descontaminación industrial dirigidas tanto a las empresas manufactureras de Santa Fé de Bogotá como a las instituciones responsables de las gestiones ambientales y contribuir a la solución de los problemas de la contaminación en toda la ciudad capital. El estudio incluirá los siguientes:

1. Elaboración de las recomendaciones sobre las políticas y estrategias para la descontaminación industrial
2. Planes de descontaminación industrial de los cuatro sub-sectores seleccionados (textil, refinamiento de grasas y aceites, producción de jabones e industria galvánica)
3. Recomendaciones a las empresas modelo objeto de la auditoría detallada
4. Auditoría y recomendaciones provisionarias
5. Transferencia de tecnología

Como un medio concreto para alcanzar los objetivos de descontaminación industrial propuestos, primero se propuso reducir la descarga de los residuos industriales (incluyendo los residuos sólidos y líquidos) y aliviar la carga ambiental, estudiando la posibilidad de introducir la tecnología de producción más limpia (en adelante, se denominará "PML"), y de mejorar la tecnología convencional de "final de tubo" (en adelante, se denomina "FT"). El plan consiste en aliviar el problema de la contaminación industrial sin desacelerar el desarrollo económico, y difundir los resultados del estudio producidos en Santa Fé de Bogotá en todo el país.

CAPITULO 3
PRINCIPALES RESULTADOS DEL ESTUDIO

CAPITULO 3 PRINCIPALES RESULTADOS DEL ESTUDIO

3-1 Procedimiento del Estudio

El equipo de estudio realizó o realizará las actividades pertinentes en conformidad con el siguiente cronograma del estudio.

Fase 1: Preparativos en el Japón

La Fase 1 corresponde a los preparativos realizados en Japón previo a la primera etapa del estudio en Colombia. Concretamente, la fase incluyó la preparación del Informe Inicial, la recopilación y el análisis de los datos e informaciones disponibles, la elaboración de los planes de transferencia de tecnología y de los estudios a ejecutarse en Colombia, preparación del Cuestionario, y la verificación de los equipos analíticos a ser utilizados en el Estudio.

Fase 2: Primera etapa del estudio en Colombia

La primera etapa del estudio en Colombia fue realizada del 14 de octubre al 12 de diciembre de 1998. El estudio incluyó la presentación y la discusión del Informe Inicial, análisis de las políticas y estrategias ambientales en Colombia, auditoría de fábricas, selección de las empresas modelo objeto de la auditoría detallada y la preparación de las recomendaciones preliminares (1).

Fase 3: Primera etapa del estudio en Japón

Esta fase consistió en la revisión y análisis de los resultados del estudio de la fase precedente y la preparación del Informe Intermedio. Asimismo, incluyó la preparación del plan de actividades de la segunda etapa del estudio en Colombia, incluyendo la organización del seminario.

Fase 4: Segunda etapa del estudio en Colombia

Este estudio fue realizado del 30 de enero al 20 de marzo de 1999, y consistió en la explicación y discusión del Informe Intermedio, seminario, auditoría de seguimiento y auditoría detallada. También incluyó la exposición y discusión de las recomendaciones (primer borrador) sobre las políticas y estrategias de descontaminación industrial y sobre el plan de descontaminación industrial según sub-sectores, así como la preparación de las recomendaciones provisorias (2).

Fase 5: (Segunda etapa del estudio en Japón):

El estudio incluye la revisión de los resultados de la segunda etapa del estudio en

Colombia y la preparación del Borrador del Informe Final.

Fase 6: (tercera etapa del estudio en Colombia)

La Fase 6 fue ejecutada del 15 al 24 de junio de 1999. Esta fase consistió en presentar y explicar el Borrador del Informe Final, y la exposición del contenido de dicho documento a través de un seminario.

Fase 7: (Tercera etapa del estudio en Japón):

En esta fase, se preparó el Informe Final recogiendo los comentarios del organismo de contraparte colombiana en relación con el borrador.

3-2 Resultados del Estudio

A continuación se resumen los resultados obtenidos por el presente Estudio:

1. Se investigaron y se analizaron las gestiones ambientales en Colombia, específicamente de Santa Fé de Bogotá.
2. Al inicio del estudio en campo, se expuso el contenido del Informe Inicial a los representantes de DAMA y al comité directivo, a manera de establecer el mutuo entendimiento entre DAMA y el equipo de estudio.
3. Se recogieron las informaciones sobre las políticas ambientales aplicables en Santa Fé de Bogotá y en Colombia.
4. Se recogieron los datos e informaciones generales sobre los cuatro sub-sectores objeto del estudio.
5. Se llevó a cabo la auditoría de las fábricas pertenecientes a los sub-sectores, objeto del estudio.
6. Se identificaron los problemas existentes sobre la base del diagnóstico de fábricas, y se prepararon las recomendaciones preliminares de mejoramiento.
7. Se seleccionaron dos empresas modelo objeto de la auditoría detallada de cada sub-sector, y se llevó a cabo el estudio de seguimiento durante la segunda etapa del estudio en campo.
8. En la segunda etapa del estudio en Colombia se realizó el seguimiento de las empresas que no fueron seleccionadas como “empresas modelo” objeto de la auditoría detallada.
9. Se entregaron los respectivos informes de progreso a DAMA durante la primera y la segunda etapa de estudio en Colombia para poner en conocimiento de las autoridades de dicha institución sobre las gestiones realizadas por el equipo de estudio y el personal de contraparte, los resultados del estudio y los acuerdos alcanzados entre ambas partes.

10. Se entregó el Informe Intermedio al inicio de la segunda etapa del estudio en Colombia y se explicó el contenido del primer borrador de las políticas de descontaminación para Santa Fé de Bogotá sobre la base de los resultados obtenidos en la primera etapa del estudio en Colombia.
11. Se discutió el plan de capacitación del personal de contraparte e impartió la capacitación de dos becarios de DAMA en Japón.
12. Se realizaron los trabajos analíticos correspondientes a la segunda etapa de estudio en Japón, y se preparó el Borrador del Informe Final resumiendo el segundo borrador de las políticas de descontaminación industrial Santa Fé de Bogotá. Este documento fue presentado a las autoridades colombianas durante la tercera etapa de estudio en Colombia, llegándose a un acuerdo en los términos fundamentales del Informe Final entre las autoridades de DAMA y el equipo de estudio.

CAPITULO 4
SITUACION ACTUAL DE COLOMBIA
(Y DE SANTAFE DE BOGOTA)

CAPITULO 4

SITUACION ACTUAL DE COLOMBIA (Y DE SANTAFE DE BOGOTA)

4-1 Condiciones Naturales

4-1-1 Ubicación geográfica

La República de Colombia es un estado de América del Sur, situado en el sector septentrional del continente. Limita al O con el Océano Pacífico, al N con el Mar Caribe, al E con Brasil y Venezuela, y al S con Ecuador y Perú. Su ubicación es particularmente importante por conectar el continente sudamericano con el istmo centroamericano.

El territorio nacional abarca las latitudes de N12°30" a S4°13" atravesando la línea ecuatorial, y las longitudes de O66°50" a 79°01", con una extensión aproximada de 1,139,000 km². Colombia es tres veces más grande que el Japón, y es el cuarto país más grande en el Centro y Sudamérica. El sector oriental que ocupa dos tercios del país corresponde a la selva amazónica, y la población nacional se concentra en un tercio restante del sector occidental.

La cordillera de los Andes que atraviesa longitudinalmente el continente sudamericano se divide en Colombia en tres cordilleras principales: oriental, central y occidental, cada una de las cuales con 3,000 m.n.s.m.

Entre estos tres ramales discurren al E el Río Magdalena y al O el Río Cauca, dando lugar a la formación de quebradas y cuencas de tierras fértiles bajo un clima templado. Esta zona montañosa ocupa una tercera parte del territorio nacional y alberga alrededor del 75% de la población colombiana.

La capital Santa Fé de Bogotá se localiza en el centro del país, en la Sabana de Bogotá de la cordillera oriental con una elevación de 2,600 m.n.s.m., y abarca un término de 130,000 hectáreas (de las cuales 13,000 ha son áreas urbanas). A su lado O discurre el Río Bogotá, que recoge las aguas pluviales, servidas e industriales a través de sus tres tributarios Juan Amarillo (o Salitre), Fucha y Tunjuelo. Luego de recorrer unos 370 km., confluye con el Río Magdalena que finalmente desemboca al Mar Caribe 1,200 km. aguas abajo.

4-1-2 Condiciones meteorológicas

(1) Temperatura

Colombia, a pesar de ubicarse sobre la línea ecuatorial, tiene una temperatura, que varía grandemente según la topografía y las altitudes. La temperatura media anual de la ciudad de Santa Fé de Bogotá (2,600 m.s.n.m.) es de 14.5°C, con una variación anual de sólo 1.1°C; su clima es templado con las cuatro estaciones poco

marcadas. Sin embargo, la variación de temperatura a lo largo del día es grande, pues la máxima diurna llega hasta 24.3°C y la mínima nocturna hasta 1°C.

(2) Precipitación

Las temporadas seca y de lluvia se alternan cada tres meses en todo el territorio. La temporada de lluvia corresponde los meses de marzo a mayo y de septiembre a noviembre, aunque en Santa Fé de Bogotá esta división se volvió menos marcada en los últimos años. Las estadísticas afirman que la mayor precipitación ocurre en los meses de octubre a noviembre y de abril a mayo con un promedio de 100 a 130 mm mensual; mientras tanto, en la temporada seca, la precipitación es de sólo entre 40 y 60 mm/mes. La ciudad capital, por su altura y por los efectos de las montañas de más de 3,000 mts. recibe precipitaciones anuales que varían de 550 a 1,300 mm según las zonas.

(3) Humedad

La humedad en Santa Fé de Bogotá es poco variable entre las temporadas de lluvia y seca, siendo así que la humedad máxima es del orden de 74 a 70% en la época lluviosa y de 68 a 74% en la no lluviosa. La humedad mínima es de 55 a 56%, y de 48 a 51% respectivamente. Sin embargo, se observan grandes variaciones locales: en términos generales, la humedad es mayor en los segmentos de E a SE donde ocurren mayores lluvias, y menor en los segmentos de S a SO.

4-2 Condiciones socioeconómicas

4-2-1 Población, raza y religión

De acuerdo con la publicación titulada "Colombia" (1997) de la Embajada del Japón en ese país, la población colombiana suma un total de 37.7 millones de habitantes. La tasa de crecimiento de población entre 1997 y 1998 fue de 1.7%. Entre la población pueden identificarse el grupo mestizo (58%), blanco (20%), mulato (14%) y otros (8%). Cerca del 95% de los colombianos son católicos, y el idioma oficial es español.

La ciudad capital absorbía 5,726,657 y 6,314,305 habitantes en 1993 y 1995, respectivamente, según el "ATLAS AMBIENTAL DE SANTA FE DE BOGOTA" publicado por DAMA en 1996. Por otro lado, el Censo realizado en 1993 arrojó los siguientes datos, según el Instituto Nacional de Estadísticas:

1993	4,945,448 hab. (corregidos posteriormente a 5,484,244 hab.)
1985	3,982,941 hab.
1973	2,571,548 hab.

1964 1,697,311 hab.

Estas cifras reflejan el acelerado crecimiento demográfico en las últimas dos décadas; uno de cada seis Colombianos reside en Bogotá.

4-2-2 Aspecto político y social

El actual presidente Pastrana en la elección presidencial decisiva organizada en junio de 1998, con lo que el Partido Social Conservador volvió a tomar el poder después de doce años. El mandato es de cuatro años y no se permite la reelección.

En cuanto a las relaciones exteriores, el gobierno de los EE.UU. acogió con los brazos abiertos la noticia de la subida al poder del presidente. Para Colombia, los EE.UU. es un país de suma importancia puesto que representa casi el 40% del comercio exterior, y el restablecimiento de la relación bilateral facilitará las negociaciones para canalizar el apoyo financiero o el tratamiento favorable en el comercio.

En cuanto a las relaciones diplomáticas con los países de la región se hace cada vez más fuerte con el avance de la integración económica regional. En enero de 1995, entró en vigencia el Acuerdo de Libre Comercio del G3 (Colombia, Venezuela y México). Paralelamente, Colombia participa en diferentes modalidades de integración regional a través del Acuerdo Andino (Colombia, Venezuela, Bolivia, Perú y Ecuador), y convenios con Chile o con los países de Centro y Sudamérica y del Caribe. El plan de la región comercial interamericana planteado en la conferencia cumbre de los países interamericanos celebrada en abril de 1998 y otros planes están siendo estudiados y discutidos como políticas estratégicas sin limitarse sólo en liberalizar los comercios y aranceles. Asimismo, dado que Colombia cuenta con puertos en la Costa del Pacífico, también muestra grandes intereses de asociarse al APEC (Asian Pacific Economic Cooperation), lo que consolidaría la relación con los países circumpacíficos, incluyendo el Japón.

4-3 Condiciones económicas

(1) Antecedentes

El análisis económico realizado en 1995 pone de manifiesto que Colombia ha sido el país que alcanzó el mayor dinamismo en América Latina.

En el Cuadro 4-1 se muestra la tasa de crecimiento real del PIB en Colombia.

Cuadro 4-1 Tasa de crecimiento real del PIB

Sectores	91	92	93	94	95	96	97	98
Agropecuario, forestal y pesca	4.2	-1.8	3.2	0.4	5.2	0.2	-0.7	-0.1
Minería	-0.6	-3.9	-1.7	1.6	17.8	7.7	4.4	14.9
Manufacturera	2.1	1.9	4.8	3.2	1.0	-2.7	2.5	-1.0
Construcción	0.3	7.3	18.2	19.2	5.2	-0.5	0.2	-13.2
Comercios, restaurantes y hoteles	0.4	2.6	9.1	6.1	5.2	-0.3	3.0	-0.1
Monetario, salud, inmobiliario	4.5	4.1	7.1	10.6	4.5	4.7	3.2	-3.0
Transporte, almacenaje, comunicación	3.6	5.2	4.0	7.0	6.0	4.5	5.1	1.7
Total otros	2.1	3.5	5.3	5.7	5.4	2.1	2.1	0.2

Fuente: Secretaría de Planificación.

Las cifras de 1998 son tentativas

El país no ha registrado crecimiento negativo por más de cincuenta años, logrando mantener su potencia incluso en la década de los ochenta, conocida como “la década perdida”, donde la mayoría de los países de la región fue azotada por una seria y prolongada crisis económica. Colombia es uno de los pocos estados que no aplazaron la devolución de las deudas externas, ni experimentó la hiperinflación. A modo de referencia, la tasa de inflación ha sido siempre baja en Colombia (del orden del 20%) en comparación con otros países de la región.

En la Figura 4-1 se ilustra el crecimiento del PIB, y en la Figura 4-2 la comparación de la tasa de inflación de Colombia y otros países de la región.

Figura 4-1

Comparación de la tasa de crecimiento real de PIB de Colombia y otros países latinoamericanos (evolución histórica 1980 - 1995)

Perú			1%						
Venezuela				1.4%					
Argentina				1.5%					
Bolivia					1.8%				
México					1.8%				
Brasil					2.0%				
Ecuador						2.5%			
Colombia							4.0%		
Chile								4.5%	
	0		1		2		3		4

(Fuente: Forbes - 24 de febrero, 1997)

Tasa de crecimiento medio anual (%)

Nota: Información proporcionada por el Ministerio de Relaciones Exteriores de Colombia

Figura 4-2

**Comparación de la tasa de inflación de Colombia y otros países latinoamericanos
(Evolución histórica 1970 – 1995)**

Perú														3.05		
Argentina												2.49				
Chile							1.66									
Brasil							1.53									
México						1.01										
Venezuela						0.95										
Colombia		0.26														
	0		0.5		1.0		1.5		2.0		2.5		3.0		3.5	

(Fuente: Forbes - 24 de febrero, 1997) Desviación estándar (%)

Nota: Información proporcionada por el Ministerio de Relación Exteriores de Colombia

Lo que más llama la atención es que el sector público nunca sobrepasó el nivel del 18% del PIB, la cual es la cifra más baja en Latino América (existen países que alcanzaron el orden del 70%).

4-3-2 Situación actual

Sin embargo, actualmente la economía latinoamericana se encuentra atravesando por una recesión a efectos de la crisis monetaria producida en Asia, y Colombia tampoco se escapa de su impacto.

Esto se refleja en la caída de los precios de los productos primarios y en la reducción de la fuerza competitiva en la exportación.

Es más, el impacto de la inestabilidad económica mundial después de la crisis rusa que se define como “falta de cumplimiento” ocurrida en agosto de 1998, llegó a América Latina en donde se manifestó en forma de la retirada del capital extranjero, y en la reducción del crédito blando del Banco Mundial y otros organismos monetarios.

Dentro de este panorama, 1998 fue un año difícil para la economía colombiana, lo que llevó al gobierno central a corregir la tasa de crecimiento del PIB de 1998 más abajo de lo previsto (0.2%), el 22 de febrero de 1999. Este ha sido el nivel más bajo desde 1931 para Colombia. Las tasas de crecimiento trimestrales (frente a los mismos períodos del año anterior) fueron: de 5,7%, 1.9%, 0.1% y -4.8% para el primer, segundo, tercero y cuarto trimestre, respectivamente.

Si desglosamos estas cifras, observamos que los sectores de construcción y monetario han incidido negativamente a la economía nacional, con sus tasas de crecimiento negativo de 13% y 3%, respectivamente. Si bien es cierto que en el

primer trimestre se había alcanzado un alto crecimiento de 5.7%, a partir del segundo trimestre se ha hecho evidente la recesión de la economía nacional a raíz de la caída de los precios de los principales rubros de exportación colombiana (petróleo y café), la política de austeridad para sanear las finanzas, y el alza de los intereses nacionales para la defensa de la moneda. En todo caso, el 0.2% es una cifra que indica que prácticamente no se ha tenido crecimiento de la economía, y esta cifra está muy por debajo del nivel de 1 a 2% que los economistas habían predicho con una visión de pesimismo.

Para el año 1999, el Ministerio de Hacienda anunció que corregiría la tasa de crecimiento del PIB hacia 1.9% el 23 de febrero. Por otro lado, de acuerdo con el reciente informe sobre la economía nacional para el año 1999, de la Asociación Nacional de los Organismos Financieros que es un instituto de investigación económica local, la tasa del crecimiento económico será negativo en el primer semestre de 1999, la cual se convertirá en positivo recién en el segundo semestre, quedando con una tasa promedio de 1% para el año. El gobierno central logrará reducir el déficit tanto financiero como comercial, pero el estancamiento de la exportación causada por la declinación de la demanda en el mercado extranjero, la inmovilización del consumo nacional asociada por el incremento reciente de los impuestos, y el empeoramiento de la tasa de desempleo, entre otros, se convertirán en los factores limitantes del crecimiento económico del país. Sin embargo, la situación entrará a una etapa de recuperación en el segundo semestre, gracias al incremento de la exportación del petróleo, fortalecimiento de los sectores de comunicación y de minería, y por la baja de los intereses.

En lo que concierne a la balanza comercial, el déficit será corregido a US\$ 3.6 billones, lo que se traduce en un incremento del déficit financiero hasta el 6.0% del PIB. La tasa de desempleo de Santa Fé de Bogotá y de las siete principales ciudades tuvo un incremento drástico en julio de 1998, hasta llegar al 15.8% que es el peor nivel experimentado en los últimos veinte años. El indicador se mantuvo casi invariable a finales de 1998 (con 15.7%). El Instituto Nacional de Estadísticas atribuye las causas de esta situación a los altos intereses que dificultaron a las empresas acceder a nuevos créditos, lo que incide negativamente a las operaciones empresariales.

En efecto, en 1998 las tasas de intereses nacionales subieron substancialmente como una medida de defensa de la moneda nacional, tanto es así que la tasa de

“DTF -90 días” que es el indicador de los intereses de préstamos llegó a superar más del 10% comparado con el año anterior (de 23 a 25%). A modo de referencia, la tasa de “DTF -90 días” es la tasa con la que los organismos financieros consiguen los recursos del mercado a través de los valores de depósitos fijos. El alza casi simultáneo de los intereses de los préstamos a los consumidores desaceleró los deseos adquisitivos por bienes duraderos. De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadísticas, el consumo de enero a noviembre de 1998 fue de -4.85% frente al año anterior. El rubro automóvil registró un crecimiento negativo de hasta 12.5%. En la actualidad, pese a que la tasa de DTF ha sido reducida gradualmente a partir del final de 1998 (30% a febrero de 1999), el interés de los préstamos a los consumidores a través de las tarjetas de crédito se mantiene todavía en un alto nivel que supera el 50%.

La tasa de inflación que estaba a 20.7% a mediados de 1998 se redujo hasta 16.8% a final del año, un poco por encima de la meta propuesta por el gobierno central de 16%. Esto se explica que ha habido un control de los precios y costos de vivienda, educación y alimentos que se viene realizando desde 1983.

Reflejando esta situación, el tipo de cambio del peso colombiano frente al dólar norteamericano experimentó una caída de 1,000 pesos/dólar a 1,550 pesos/dólar de enero de 1997 a finales de 1998.

Al iniciar el año 1999, la economía colombiana fue afectada, primero por la devaluación de la moneda brasileña del 12 de enero, y luego por el terremoto de 6 grados en la escala Richter ocurrido en el centro del país el 25 de enero que dejó prácticamente destruidas la ciudad de Armenia y otras localidades del Departamento de Quindío. El terremoto afectó a cinco departamentos que en conjunto representan casi la mitad de la producción nacional de café, y se prevé que el fenómeno natural tendrá no pocas incidencias sobre la economía colombiana.

En el Cuadro 4-2 se muestra la evolución de los precios de café.

Cuadro 4-2 Evolución de los precios de café (en centavos/libra)

97/1 TR	2TR	3TR	4TR	98/1TR	2TR	3TR	4TR	99/1	2
228.0	215	177	168	158	128	120	127	111	109

Fuente: Bloomberg: Spot en NY

La devaluación de la moneda brasileña está acelerando la tendencia decreciente de los precios de café, además que los préstamos conseguidos para la restauración de los daños ocasionados por el terremoto ha afectado el balance general por 0.3% del PIB. Los costos de restauración se estiman en unos US\$ 1,500 millones.

En el Cuadro 4-3 se resumen los datos macroeconómicos de Colombia.

El presidente Andrés Pastrana fue elegido en agosto de 1998, y de acuerdo con la legislación el nuevo líder del Estado debió anunciar su política dentro de los primeros seis meses de haber sido elegido, en este caso en febrero de 1999, y el paquete de nuevas estrategias constituía el foco de gran interés nacional e internacional. Sin embargo, el terremoto ocurrido de manera inoportuna constituyó un golpe para la nueva presidencia, que propuso inicialmente conseguir la paz con la guerrilla y lograr la restauración de los daños del terremoto. Si bien es cierto que todavía no se sabe con claridad cuáles serán las otras políticas, en el marco de la economía, el nuevo gobierno propuso alcanzar una tasa de crecimiento del PIB de 5.2% hasta el año 2002 en el que el presidente va a cumplir su mandato, una tasa de inflación de 15% y reducir el déficit del balance financiero del gobierno central del 4.8% al 2% del PIB.

4-3-3 Situación actual de las empresas pequeñas y medianas (PYME)

La situación económica descrita anteriormente ha traído no poco impacto a la administración de las PYME, especialmente de las microempresas.

ACERCAR, el organismo de apoyo perteneciente a DAMA afirmó lo siguiente:

- 1) Los intereses de los bancos privados que llegan hasta cerca del 50%, dificultan el reembolso de los créditos y desaniman a las PYME a obtener nuevas líneas de crédito.
- 2) La elevada tasa de desempleo desacelera el poder adquisitivo de los ciudadanos en general, provocando la disminución de la tasa de operación.
- 3) La depreciación del peso colombiano ha provocado el alza considerable de los precios de las materias primas importadas, y las pequeñas empresas se ven obligadas a disminuir la tasa de operación, y en el peor de los casos, a suspender definitivamente el servicio.
- 4) La importación de los productos baratos desde China y otros países asiáticos incide también a la reducción de la tasa de operación.

Cuadro 4-3 Indicadores macroeconómicos de Colombia

Nivel actual y proyección hacia el futuro

	1995	1996e	1997e		1997/98 período más reciente	1998f	1999f
Población (millones de habitantes)	35.81	36.44	37.07			37.66	38.27
PIB total (en billones de US\$)	80.40	85.68	94.44			97.18	97.73
Tasa de crecimiento real del PIB (%)	5.4	2.1	3.1	4.8	Enero-marzo	2.9	4.2
Producción de aceite en crudo ('000b/d)*	585	628	650	725	Enero-marzo	790	840
Tasa de desempleo (% , fin del período)	9.5	11.5	12.0	15.8	Junio	15.0	12.5
Déficit o superávit financiera (% del PIB)	-2.6	-4.1	-4.6	-1.5	Enero-marzo	-4.5	-3.5
Tasa de inflación mensual (%)				1.2	Junio		
Tasa de inflación anual (fin del período, %)	19.5	21.3	17.7	20.7	Junio	19.0	18.0
Tasa de interés del depósito de 90 días (período promedio, %)	32.3	31.1	24.1	36.8	Junio	28.0	21.0
Tipo de cambio (Pesos colombianos /US\$, fin del período)	988	1005	1294	1378	Julio	1530	1770
Exportación total (FOB, en billones de US\$)	10.22	10.65	11.52	1.72	Enero-febrero	12.2	15.2
Exportación del café (en billones de US\$)	1.83	1.58	2.26	0.33	Enero-febrero	1.5	2.0
Precio del café (US ctvos./libra, promedio anual)	141	118	187	112.1	27 de julio	115	125
Exportación del aceite en crudo (en billones de US\$) *	1.99	2.55	2.28	0.19	Enero	1.9	2.8
Importación (FOB, en billones de US\$)	12.92	12.78	14.40	2.53	Enero-febrero	15.8	17.2
Balanza comercial (en billones de US\$)	-2.70	-2.13	-2.88	-0.81	Enero-febrero	-3.60	-2.00
Balance de cuenta corriente (en billones de US\$)	-4.38	-4.82	-5.52			-6.00	-3.8
Balance de cuenta corriente frente al PIB(%)	-5.4	-5.5	-5.8			-6.1	-3.9
Reserva internacional (excluyendo el oro, en billones de US\$)	8.10	9.60	9.51	9.07	3 de julio	9.4	10.8
Meses cubiertos por la reserva internacional (meses) **	7.0	8.4	7.9			7.1	7.5
Saldo de la deuda externa (en billones de US\$)	15.13	15.94	17.0	16.77	Junio	18.5	19.5
Saldo de la deuda externa frente al monto de exportación (%)	148	150	148			152	128
Pago de la deuda en divisa frente al monto de exportación (%) ***	25.2	24.8	16.9			17.1	18.0

e/f = estimación, proyección

* Se incluyen los productos petroleros

** Existencias en divisas + meses de importación que pueden ser cubiertos por oro (cif)

*** Monto del pago de deudas en divisas / Monto de exportación de bienes y servicios

Fuente: ANDEAN GROUP August 1998 (IMP. Banco de la República de Colombia, DANE, IDB ,BMI)

4-3-4 Plan de Desarrollo Nacional

(1) Petróleo y gas natural

Si bien es cierto que la agricultura había sido tradicionalmente la fuerza motriz de la economía colombiana, ésta será reemplazada en el futuro por el sector energético y minero. La producción petrolera colombiana alcanzará en 1998 la cifra más alta en la historia del país, y la empresa estatal Ecopetrol contribuirá aún más al desarrollo y bienestar del país. El monto de exportación alcanzó US\$ 2,500 millones gracias al crudo extraído de Cusiana, el campo petrolífero más grande en el hemisferio occidental después de Prudhoe (Alaska), descubierto en 1992. Las empresas norteamericanas dieron también la bienvenida a este incremento del suministro del crudo desde un país no miembro de la OPEP. El gobierno central también ha invertido grandes esfuerzos, junto con el sector privado, en aumentar el abastecimiento del gas natural, y está impulsando el proyecto de construcción de la red de distribución para abastecer los domicilios, cuya demanda tiende a aumentarse año tras año. (Tal es el caso de la ciudad de Medellín).

(2) Carbón

Colombia es el cuarto suministrador más importante de carbón en el mundo, después de EE.UU., Australia y Sudáfrica, gracias a las reservas más grandes en Latino América que tiene el país.

El carbón constituye una de las fuentes de ingreso más importantes del país, incluyendo El Cerrejón, conocido como mina carbonera de explotación a cielo abierto más grande del hemisferio occidental. Es por esta razón que el gobierno mantiene grandes intereses en su desarrollo.

(3) Carreteras, ferrocarril, puertos y comunicación

- 1) Carreteras: El gobierno ha dado prioridad a la construcción y rehabilitación de la red vial entre las principales ciudades y puertos, que eventualmente se hallan divididos por la cordillera de los Andes (ejemplo, autopista entre Santa Fé de Bogotá y Medellín, y entre Santa Fé de Bogotá y Villavicencio).
- 2) Ferrocarril: El gobierno ha suscrito recientemente el contrato para la construcción de la vía férrea occidental.
- 3) Puertos: Los principales puertos del país juegan un rol estratégico en el proceso de la expansión de la exportación, por lo que el elevar su eficiencia constituye una tarea de primera prioridad para el gobierno. Entre los principales puertos se mencionan Barranquilla, Cartagena y Santa Marta del mar de Caribe, y Buenaventura en el océano Pacífico.

- 4) Información y comunicación: El sector nacional de información y comunicación continúa su proceso de desarrollo gracias a los diferentes programas de inversión para la ampliación y fortalecimiento del sistema.

4-4 Situación actual de la contaminación industrial

Colombia nunca ha experimentado graves problemas sociales provocados por la contaminación industrial que vivió Japón, como son la intoxicación por cadmio, enfermedad de Minamata, o la contaminación de Yotsukaichi. El único documento disponible actualmente sobre la situación actual de los residuos industriales en todo el país es el titulado “Contaminación Industrial en Colombia” referido en el Informe del Estudio Preliminar. Sin embargo, en cuanto a las zonas industriales Cartagena – Mamonal y Oriente Antioqueño, el informe “La tecnología de producción más limpia, su desarrollo y perspectivas, 1995 - 1998” preparado por el Ministerio del Medio Ambiente, afirma que los efluentes industriales se han visto drásticamente reducidos entre los años 1995 y 1996.

En cuanto a Santa Fé de Bogotá se refiere, la situación se resume en la contaminación del Río Bogotá por los efluentes industriales. El río emite olor desagradable del gas metano producido por la descomposición de las sustancias orgánicas a través de la fermentación anaeróbica. Las aguas son turbias parecidas a las aguas residuales. Se deduce que no pocos daños están sufriendo los habitantes de la cuenca baja del río por esta situación. En efecto, el equipo de estudio quedó impresionado con las palabras que pronunció el representante del grupo aborigen de la selva amazónica en la oportunidad de la inauguración de un establecimiento nacional. Las palabras eran las siguientes: “Ustedes, los habitantes de las ciudades son los causantes de la contaminación. Debemos dar un manejo adecuado a la naturaleza”. Recientemente, las autoridades de la ciudad de Santa Fé de Bogotá abordaron el plan de recuperación del Río Bogotá.

4-4-1 Efluentes industriales

Los efluentes descargados de la ciudad están constituidos por las aguas residuales municipales (de más de 6 millones de habitantes), que eventualmente son descargadas casi sin tratamiento alguno, y los efluentes industriales de unos diez mil fábricas de diferentes tamaños que abastecen la necesidad de unos 5 millones de habitantes. Todos estos son descargados al Río Bogotá, que se ha convertido prácticamente en el alcantarillado de la ciudad. Este río confluye con el Río Magdalena 100 km. aguas abajo de la ciudad, y después recorren unos 1,200 km.

hasta descargarse al mar Caribe. Esta lógica plantea que la contaminación produce no poco impacto también a la pesca y otras actividades similares de la cuenca.

DAMA ha realizado el diagnóstico de efluentes en tres ocasiones entre los años 1997 y 1998 para un total de 459 grandes consumidores industriales de agua dentro de la ciudad de Santa Fé de Bogotá.

El informe titulado “El Estudio y Monitoreo de los Efluentes Industriales de Santafé de Bogotá” (DAMA, julio de 1998), que no se ha hecho público, define la carga compuesta de la siguiente manera:

$$\text{Carga compuesta} = \text{vol. de descarga} \times (\text{SST} + \text{DBO} + 5 \times \text{grasas} + 50 \times \text{s. tóxicas})$$

La carga compuesta más elevada se registra en el sector de alimentos (39% del total), y le siguen la industria metálica (29%), procesamiento de bebidas (14%) y curtiembre (5%). Estos cuatro segmentos representan en conjunto el 88% del total. A éste le sigue el sub-sector textil (5%), que es objeto del presente proyecto.

El 73% del total de la carga compuesta es emitido por las primeras diez empresas, y más del 86% por las primeras treinta empresas, lo que implica que la contaminación por los efluentes industriales es ocasionada por un limitado número de empresas. Cabe recordar que de los cuatro sub-sectores objeto del presente estudio, las empresas de la industria textil aparecen entre los primeros de la lista de las empresas contaminantes: tres empresas (visitadas) de este sub-sector están incluidas entre las primeras diez, veinte y treinta empresas, y una empresa de refinamiento de grasas y aceites (también visitada) está entre las cuarenta primeras empresas.

El informe mencionado hace un estudio comparativo de las aguas residuales de los diferentes sectores industriales, aplicando la siguiente fórmula matemática:

$$\text{Carga de sustancias perjudiciales} = \text{vol. de descarga} \times (50 \times \text{sust. perjudiciales})$$

Después de hacer esta comparación, el informe concluye que los sectores que mayor carga contaminante produce son las industria metálica, curtiembre y textil.

El documento hace referencia también a la tasa incumplimiento de las normas de descarga de aguas residuales establecidas por DAMA, que se resumen en el Cuadro 4-4.

Cuadro 4-4 Tasa de incumplimiento de las normas establecidas por DAMA

Parámetros	Segundo semestre 1997	Primer semestre 1998	Normas de DAMA
Sólidos suspendidos totales (SST)	37 %	32 %	800 mg/l
DBO	44 %	44 %	1,000 mg/l
DQO	45 %	41 %	2,000 mg/l
PH	21 %	24 %	5 ~ 9
Aceites y grasas	53 %	49 %	100 mg/l
Sólidos precipitados	44 %	38 %	2 ml/l· hora

De este cuadro, podemos observar que muchas empresas no están cumpliendo con la norma establecida para los aceites y grasas. En cuanto a otros parámetros, no hay grandes variaciones entre el segundo semestre de 1997 y el primer semestre de 1998, lo que indica que pocas iniciativas de los empresarios se dieron para reducir la carga contaminante. Es por este motivo que DAMA pone grandes expectativas sobre el presente Proyecto.

4-4-2 Contaminación de aire

De acuerdo con el diagnóstico de la contaminación de aire realizado por la Dirección de Salud de la Ciudad de Santa Fé de Bogotá en los años 1990 y 1991, con la cooperación de la JICA, el 60% de la contaminación de aire es causada por los vehículos, ya sean autobuses o automóviles, a falta de otros medios de transporte dentro de la ciudad.

Pese a que existen varios centenares de miles de automóviles, la ciudad está libre de espeso smog, probablemente gracias a las frecuentes lluvias.

DAMA viene realizando el monitoreo del aire con recursos propios desde 1996, además que en agosto de 1997 inició el análisis continuo de la contaminación de aire en diez puntos de la ciudad. Estos datos son transmitidos a la oficina de DAMA donde se realiza el control centralizado de los datos de SO₂, NO_x, partículas suspendidas, CO y el ozono. La institución se ha propuesto elaborar una especie de guía de descontaminación después de acumular los datos de monitoreo por lo menos durante dos años. Los datos actuales demuestran que existe un alto nivel de NO_x.

4-4-3 Residuos sólidos

Actualmente, DAMA está investigando la cantidad de descarga de los residuos sólidos según el sector industrial, para elaborar y hacer público los resultados y las

contramedidas.

Por otro lado, el incremento de la población de la ciudad ha traído como consecuencia el incremento de los residuos sólidos, y constituye una tarea difícil encontrar terreno apropiado para la disposición de los mismos.

4-4-4 Contaminación acústica

Los ruidos emitidos por los establecimientos industriales de Santa Fé de Bogotá no han provocado molestias por estar alejados de las zonas residenciales. Sin embargo, la contaminación acústica producida de las empresas medianas y pequeñas ubicadas en la cercanía de las zonas residenciales, y que en su mayoría no han tomado hasta ahora las contramedidas necesarias, está llegando a un nivel que no se puede ignorar.

DAMA no sólo recibe los reclamos, sino que también contempla tomar próximamente algunas medidas específicas para subsanar esta situación.

Una de ellas es la instalación del sistema de monitoreo de ruidos en las proximidades del Aeropuerto El Dorado en 1998, y otros sistemas similares que serán instalados dentro de la ciudad a partir de 1999.

< Bibliografía >

“ATLAS AMBIENTAL DE SANTA FE DE BOGOTA”, DAMA, 1997

“Sekai Kakkoku Youran”, Tokyo Shobo, 1993

“Colombia”, Embajada de Colombia en Japón, 1997

“CENSO NACIONAL DE POBLACION Y V DE VIVIENDA”, Instituto Nacional de Estadísticas de Colombia, 1993

“Colombia”, World Economic Information Services (WEIS)

“Situación socioeconómica de Colombia”, Asociación de Promoción de la Cooperación Internacional, 1992

“1998 4Q Report”, International Information Center,

“Colombia”, Forbs, 24 de febrero 1997

“El Tiempo”, 22 de febrero de 1999

“Quatery Review, 1998-4Q、 1999-1Q”, International Information Center

“Investing, Licensing & Trading in Colombia”, The Economist Intelligence Unit, enero de 1999

“Cleaner Production-Advances and Perspectives, 1995 ~ 1998”, Ministerio del Medio Ambiente, 1998

“Follow up and Monitoring of Industrial Sector’s Effluent in Bogota”, DAMA, 1998

CAPITULO 5
RECOMENDACIONES
SOBRE LAS POLITICAS Y ESTRATEGIAS
PARA LA DESCONTAMINACION INDUSTRIAL

CAPITULO 5

RECOMENDACIONES SOBRE LAS POLITICAS Y ESTRATEGIAS PARA LA DESCONTAMINACION INDUSTRIAL

5-1 Políticas, leyes y reglamentos de descontaminación industrial

5-1-1 Marco general de las políticas de descontaminación industrial

El marco general de las políticas ambientales de Colombia está definida en la “Ley No. 99”, que viene a ser la Ley General del Medio Ambiente promulgada en diciembre de 1993, un año y medio después de la Reunión Cumbre sobre el Medio Ambiente organizada en Río de Janeiro en 1992. Esta ley fue promulgada casi al mismo tiempo que la Ley General de Medio Ambiente del Japón (noviembre de 1993). El marco general de la legislación colombiana es el siguiente:

(1) Principio básico

El principio básico de la ley colombiana se basa sobre la Declaración de Río de Janeiro, y consiste en lo siguiente:

1. Designar como patrimonio nacional a la biodiversidad que incluye las especies valiosas de flora y fauna, y despertar la consciencia del pueblo para su conservación.
2. Dedicar especiales esfuerzos a la protección de los recursos hídricos.
3. Proteger el paisaje como bien público.
4. Elaborar las políticas pro-ambientales idóneas.
5. Obligar la ejecución de la evaluación preliminar del impacto ambiental
6. Reconocer la importancia de la cooperación institucional y organizativa

(2) Temas concretos

Además de lo anterior, el Estado propuso los siguientes puntos para la protección de los bosques amazónicos, líneas costeras del Caribe y del Pacífico, del Altiplano Andino y otros múltiples pisos ecológicos del país donde habita casi el 20% de las especies de aves del mundo:

1. Preservación del aire (variación climatológica, capa de ozono y lluvia ácida)
2. Preservación de las especies de flora y fauna
3. Protección forestal
4. Prevención de desertización
5. Biotecnología
6. Preservación de las costas y del océano
7. Preservación de las aguas continentales

8. Descarga de las sustancias contaminantes

Tal como se observa, Colombia, a diferencia del Japón donde los esfuerzos de la descontaminación se iniciaron a manera de solventar los problemas y daños por la contaminación industrial, ha propuesto un marco legal con miras a preservar el medio ambiente a nivel global sobre la base de la Declaración de Río de Janeiro.

(3) Organización

En lo que a la institucionalización se refiere, la ley colombiana propone:

1. Establecimiento de la Conferencia y el Sistema Nacional del Medio Ambiente
2. Creación del ente responsable de las gestiones ambientales (Ministerio del Medio Ambiente)
3. Organización del organismo promotor del Desarrollo Sostenible
4. Organización interna de las entidades autónomas
5. Organización de “ombudsman” (defensor del pueblo)

Además de lo anterior, también incentiva la participación popular.

(4) Institucionalización

Asimismo, la ley crea los siguientes regímenes:

1. Sistema de recaudación de la compensación e indemnización
2. Sistema de autorización de operación a las empresas privadas
3. Sistema tributario sobre el uso del medio ambiente, recaudación de gastos de compensación, multas, etc. como fuentes de financiamiento
4. Sistema de autorización de las facultades a las ciudades de más de un millón de habitantes
5. Advertencias y sanciones

Las sanciones varían desde advertencia hasta la aplicación de una multa que puede llegar al monto equivalente a 300 veces del salario mínimo por cada día de infracción. También se incluyen la suspensión de operaciones hasta la clausura y remoción de la planta.

5-1-2 Legislaciones relacionadas con el Medio Ambiente

Como instrumentos reglamentarios para ejercer la Ley No. 99 referida en el apartado 5-1-1, se promulgaron los siguientes decretos, resoluciones, anuncios y ordenanzas. De estos, los relacionados con la contaminación industrial se describirán también en el Informe Final.

(1) Régimen de autorización

Se establece mediante los Decretos Ministeriales No. 1753 de 1994, y No. 2150 de 1995:

Los grandes proyectos relacionados con la explotación de gas natural y del campo petrolífero, requieren para su operación la autorización del Ministerio de Medio Ambiente, como una especie de licencia ambiental global. En las ciudades que albergan más de un millón de habitantes, la Alcaldía es la que tiene la facultad de autorizar la explotación de las minas medianas y pequeñas, construcción de las plantas de tratamiento de aguas servidas, industria de alimentos, textil, curtiembre, papelería, imprenta, productos químicos, de carbón y de caucho, industria mecánica metálica, etc.

(2) Reglamentos relacionados con la preservación de la calidad de aire

- 1) Se establecen los siguientes términos en los Decretos Ministeriales No. 948 y 2107 de 1995
 - (a) Estos instrumentos reglamentan la dotación de la tecnología PML en las plantas generadoras de ruido, olores y partículas suspendidas. Asimismo, establecen las multas para las empresas que no cumplen con la ley.
 - (b) El uso de combustóleo que contenga azufre por más de 1.7% del peso, a partir del 1 de enero de 2001.
- 2) Resolución No. 898 del 23 de agosto de 1995, donde se regulan los criterios ambientales de calidad de los combustibles líquidos y sólidos en utilizados en calderas de uso comercial e industrial y en motores de combustión interna de vehículos automotores.
- 3) Resolución No. 1351 del 14 de noviembre de 1995, con la cual se adopta la declaración denominada "Informe de Estado de Emisiones IE-1".
- 4) Resolución No. 005 del 9 de enero de 1996, la cual reglamentó los niveles permisibles de emisiones de contaminantes producidos por fuentes móviles terrestres a gasolina o diesel.
- 5) Resolución No. 619 del 7 de julio de 1997, la cual establece parcialmente los factores a partir de los cuales se requieren permisos de emisiones atmosféricas para fuentes fijas.
- 6) Resolución No. 045 del 13 de mayo de 1998, con la cual se establecen los casos en que se permite la combustión de aceites usados y las condiciones de funcionamiento.

(3) Reglamentos sobre el agua

1) Decreto Ministerial No. 1594 de 1984

Se prohíbe la descarga de efluentes que contengan más de 500 mg/lit. de SS, 100 mg/lit. grasas y aceites etc.,.

2) Resolución No. 1074 de la Alcaldía de Santa Fé de Bogotá.

Se reglamentan las normas de descarga de efluentes en la ciudad de Santa Fé de Bogotá.

3) Resolución No. 055 del 8 de octubre de 1997 de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, con la cual se dictan las normas reglamentarias para el uso de servicios de alcantarillados en las áreas de jurisdicción de dicha empresa.

Adicionalmente, con la relación al uso eficiente del agua se han dictado las siguientes normas:

4) Ley No. 373 del 6 de junio de 1997 del congreso nacional, con la cual se establecen las directrices para el uso eficiente y ahorro del agua.

5) Resolución No. 3102 del 30 de diciembre de 1997 del Ministerio de Desarrollo, en la que se reglamente la instalación y uso de equipos y sistemas de bajo consumo de agua/

(4) Reglamentos sobre los residuos sólidos

Los Decretos Ministeriales No. 2309 de 1986 y No. 605 de 1995 reglamentan la clasificación de los residuos, así como los métodos de almacenaje, transporte y destino final

(5) Recaudación de la tarifa de uso de cuerpos de agua

El Decreto Ministerial No 901 de 1997 y Resolución 372 de 1998 reglamenta la elaboración de las normas que sirvan de base para la recaudación de tarifas (descarga diaria, caudal, concentración, etc.), y define las siguientes tarifas mínimas (Ministerio del Medio Ambiente): (se modifica anualmente de acuerdo con el índice de precios al consumidor)

DBO: 46.50 pesos /kg (53.40 pesos /kg :valor nuevo)

SST: 19.90 pesos/kg. (23.60 pesos /kg :valor nuevo)

Por otro lado, se definen también las metas de reducción de las cargas contaminantes por cada cinco años (por las respectivas entidades públicas autónomas), y se seleccionan las entidades autónomas responsables del servicio de recaudación en las grandes ciudades. En el caso de Santa Fé de Bogotá, hace poco fue seleccionado EAAB como la entidad responsable.

(6) Aplicación de los instrumentos legales ambientales

Antes de la Ley General del Medio Ambiente, el gobierno del Japón había promulgado la Ley General de Descontaminación en 1967 con base en los resultados del diagnóstico de la contaminación industrial. Después de ésta, en 1968 y en 1970 fueron promulgadas la Ley de Control de Contaminación de Aire, y la Ley de Control de Contaminación de Agua, respectivamente. De esta manera, las leyes de control de los siete tipos más representativos de contaminación (aire, agua, suelo, ruidos, vibraciones, hundimiento del suelo y olores desagradables) fueron establecidos y modificados oportunamente sobre la base de la realidad nacional. La Agencia del Medio Ambiente se estableció en 1971.

Mientras tanto en Colombia, fue promulgada la Ley No. 23 en 1973 con el propósito de “prevenir la contaminación ambiental y mejorar, proteger y restaurar los recursos naturales regenerables para defender la salud y el bienestar del pueblo”. Esta ley fue el fundamento de la promulgación del Decreto Presidencial sobre “la protección de los recursos naturales y el medio ambiente” de 1974. Posteriormente, se promulgó la Ley General del Medio Ambiente a finales de 1993, reflejando el espíritu de la Reunión Cumbre del Medio Ambiente organizada en 1992. El Ministerio del Medio Ambiente fue creado también en esta oportunidad. En el caso específico de Santa Fé de Bogotá, a través de la Ley No. 99, el DAMA ha sido designado como la institución administrativa responsable de las gestiones ambientales de esta ciudad en 1995. Sin embargo, al igual que otros países en vías del desarrollo, los instrumentos legales colombianos no se basan necesariamente sobre los diagnósticos y estudios sobre la industria nacional, sino más bien sobre los datos e informaciones obtenidos en los países industrializados, y el proceso de promulgación también ha sido algo apresurado.

En el caso de Santa Fé de Bogotá, tal como hemos indicado en el apartado 4-3, recién DAMA está realizando el diagnóstico del sector industrial, y el grado de incumplimiento de las normas (de descarga de aguas residuales) establecidas por DAMA, por parte de las empresas, es aún elevado. Todo esto indica que recién Colombia ha dado el primer paso en el largo camino de la institucionalización de las gestiones ambientales.

5-1-3 Leyes relacionadas con las aguas residuales

Dado que este Estudio se enfoca en las medidas de las aguas residuales industriales, haremos una comparación de los instrumentos legales pertinentes tanto de Colombia como del Japón.

(1) Normas ambientales

En el Cuadro 5-1 se hace una comparación de las normas ambientales de calidad de agua de Colombia y Japón.

1) A nivel nacional

Como reglamento del agua existe en Colombia el Decreto No. 1594 del Ministerio de Agricultura promulgado en 1984, anterior a la creación del Ministerio del Medio Ambiente. Sin embargo, este instrumento reglamenta principalmente el agua como recurso que se aprovecha en diferentes modalidades, como es agua potable, agua de uso doméstico, agropecuario, recreativo, industrial, preservación de flora y fauna, etc. y no necesariamente constituyen las normas ambientales que consideran los ríos, lagos, lagunas, mares, etc. como elementos ambientales que deben ser preservados.

Por lo tanto, en Colombia todavía no existen las “normas ambientales sobre el agua” en su estricto sentido de la palabra. Además, el Decreto Ministerial mencionado impone las normas sobre la descarga de las sustancias tóxicas como metales pesados tan estrictas que igualan a las del Japón (Japón estableció normas adicionales para disolventes organoclorados, agroquímicos, etc. en 1993), pero no reglamentan explícitamente los niveles del DBO, DQO, SS y otros parámetros relacionados con el medio ambiente de vida.

2) A nivel departamental

A nivel departamental, la corporación pública autónoma que se hace cargo del manejo de los ríos y lagos, establece las diferentes normas para asegurar la calidad mínima de agua de los ríos y otros cuerpos de agua como parte de los recursos naturales. Por ejemplo, en el Departamento de Cundinamarca donde se ubica Santa Fé de Bogotá, CAR dividió en 1987 los ríos, lagos y lagunas de las cuencas de los ríos Bogotá, Ubaté y Suárez, bajo su jurisdicción, en cuatro categorías y estableció las respectivas normas de DBO, SST, pH, O₂, etc. En el Cuadro 5-2 se muestran estas normas ambientales.

Sin embargo, estas normas también han sido establecidas más que con fines de preservación ambiental, para garantizar el uso seguro del agua. Además, habría que reconocer que los niveles establecidos son algo irreales puesto que existen cuencas que arrojan valores que están muy lejos de los definidos.

Cuadro 5-1 Comparación de las normas ambientales

Item	Japón	Colombia (agua potable)	Item	Japón	Colombia (agua potable)
Cadmio	0.01	0.01	Amonio		1.0
Cianógeno	N.D	0.2	Bario		1.0
Plomo	0.01	0.05	Zinc		15.0
Cromo exavalente	0.05	0.05	Cobre		1.0
Arsénico	0.01	0.05	Tonos		75unit
Mercurio	0.0005	0.002	Compuestos de fenol		0.002
Mercurio alquílico	N.D		Ion del ácido nítrico		10
PCB	N.D	N.D	pH en ríos y lagos	6.0/6.5 - 8.5	5.0-9.0
Tricloro-etileno	0.03		Plata		0.05
Tetracloroetileno	0.01		Ion del ácido sulfúrico		400
*Carbono tetracloruro	0.002		Azul de metileno Sustancias coloradas		0.5
*Diclorometano	0.02		Coliformes Totales	50-5,000	20,000
*1, 2-Dicloroetano	0.004		**DBO (DQO)	1 - 10 (1 - 8)	
*1,1,1-Tricloroetano	1		**SS Ríos (lagos)	25 - 100 (1 - 15)	
*1,1,2-Tricloro- etano	0.006		**Oxígeno disuelto	7.5 - s	
* 1,1-Dicloro-etileno	0.02		Cloruros		250.0
Cis1,2- Dicloro- etileno	0.04				
*1,3-Dicloro- propeno	0.002				
* Thiuram	0.006				
* Simazine	0.003				
* Thiobencarb	0.02				
* Benceno	0.01				
* Selenio	0.01	0.01			

Notas)

* Normas adicionales establecidas en 1993 (para disolventes de cloruro, agroquímicos, etc.),

** Normas comunitarias

En Colombia se establecen las diferentes normas de agua para el consumo humano y uso doméstico, preservación de flora y fauna, uso agrícola, ganadero, recreativo, industrial y transporte.

Cuadro 5-2 Normas ambientales de Cundinamarca

Item	Class A	Class B	Class C	Class D	In Japan(river)*
BOD ₅	5	16	30	108	1, 2, 3, 5, 8, 10
SST	300	300	300	300	25, 25, 25, 50, 100, -
pH	6.5-9.0	6.5-9.0	4.5-9.0	4.5-9.0	6.5-8.5, 6.0-8.5
O ₂	6.0	5.0	2.0	---	7.5, 7.5, 5, 5, 2, 2
Coliform	5,000	5,000	10,000	---	50, 1,000, 5,000, -, -, -

*6 categorías

(1) Normas de descarga de aguas

En el Cuadro 5-3 se muestra la comparación de las normas de descarga de aguas de Colombia y del Japón.

1) Colombia

Las normas colombianas de descarga de agua son establecidas mediante el Decreto Ministerial 1594/1984 mencionado anteriormente. Sin embargo, si bien es cierto que éstas son tan exigentes como las normas japonesas para los ítems que conciernen directamente a la salud humana (sustancias perjudiciales), no establecen niveles concretos, claros e imparciales para los ítems relacionados con el medio ambiente de vida. Las normas colombianas exigen que los establecimientos industriales existentes deben eliminar más de 50% de DBO y más de 80% si son establecimientos nuevos, independientemente a su concentración o carga. Esto quiere decir que si se trata de efluente de 5,000 ppm, hay que reducir hasta 1,000 ppm, mientras que si es de 50 ppm, a 10 ppm, lo que implica que es una norma sumamente parcial e irreal. Existen diferencias grandes entre las normas colombianas y japonesas. Por ejemplo, las japonesas establecen cifras concretas y uniformes (aplicables a todo el país), además que los establecimientos que descargan menos de 50m³/día de aguas residuales libres de sustancias perjudiciales, quedan excluidos de su aplicación. De la misma manera, en Japón casi todas las prefecturas establecen sus propias normas más estrictas pero factibles, sobre la base de las normas de descarga de aguas uniformes y las normas ambientales establecidas por el Estado.

Tomando en cuenta lo anterior, y considerando que en Colombia no se han definido todavía las normas ambientales difícilmente podemos afirmar que el país cuenta con normas estatales de descarga de aguas claras establecidas desde el punto de vista de la preservación ambiental.

Cuadro 5-3 Comparación de las normas de descarga de aguas

Items relacionados con la protección de la salud humana			Items relacionados con el medio ambiente de vida		
Items	Japón	Colombia	Items	Japón	Colombia
Cadmio	0.1	0.1	pH	5.8-8.6	5-9
Cianógeno	1	1.0	Cromo total	2	
Plomo	0.1	0.5	Cobre	3	3.0
Cromo hexavalente	0.5	0.5	Zinc	5	
Arsénico	0.1	0.5	Compuestos de fenol	5	0.2
Mercurio total	0.005	0.02	Aceites minerales	5	Eliminar más de 80% en establecimientos nuevos y existentes
Mercurio alquílico		N.D	Grasas y aceites animales y vegetales	30	
PCB	0.003	N.D	Hierro disuelto	10	
Fósforo orgánico	1	0.1	Manganeso soluble	10	
Tricloroetileno	0.3	1.0	Flúor	15	
Tetracloroetileno	0.1		Fósforo	16	
Carbono tetracloruro	0.02	1.0	Nitrógeno	120	
1,3-dicloropropeno	0.02		DQO	160	
Simazine	0.03		DBO	160	Existentes: más de 20% Nuevos: más de 80%
1,2-dicloroetano	0.04		SS	200	Existentes: más de 50% Nuevos: más de 80%
1,1,2-tricloroetano	0.06		Coliform	3.000	
Thiuram	0.06		Sulfuro de carbono		1.0
Benceno	0.1		Carbamate		0.1
Selenio	0.1	0.5	Bario		5.0
Diclorometano	0.2		Níquel		2.0
1,1-dicloroetileno	0.2	1.0	Plata		0.5
Thiobencarb	0.2				
Cis1,2-dicloroetileno	0.4				
1,1,1-Tricloroetano	3				
Otros y compuestos organoclorados		0.05			
Cloroformo		1.0			

Notas)

1. En Japón, los establecimientos industriales que descargan menos de 50m³/día que contienen sólo los ítems sujetos a las normas comunitarias, no son objeto de aplicación de estas normas.
2. Las prefecturas están facultadas a establecer normas más estrictas delimitando su ámbito de aplicación.

2) Santa Fé de Bogotá

La ciudad de Bogotá cuenta con sus propias normas de descarga de aguas a través de la Resolución No. 1074 de 1997, las cuales son detalladas en el Cuadro 5-5.

Las normas concretas fueron establecidas sobre la base del Decreto Ministerial No. 1594 en lo que concierne a los parámetros que conciernen con la salud humana (sustancias perjudiciales), y para los estándares comunitarios se tomaron los ejemplos de los países extranjeros. Estas normas son aplicadas de manera uniforme, independientemente al volumen de la descarga de aguas, y las autoridades se proponen aplicar los procesos de control que se describen en el Cuadro 5-4.

Estos procesos de control consisten en clasificar las empresas en el Grupo 1 y Grupo 2 dependiendo de si descargan o no las sustancias perjudiciales. Aplicando la fórmula matemática que se indica en el Cuadro 5-4 se define la Unidad de Contaminación de Aguas Residuales de las Industrias (UCH). Para el Grupo 1 se calculan el grado de cumplimiento de las normas definidas para aceites y grasas, DBO y DQO, y para el Grupo 2, además de los parámetros anteriores se incluyen también las sustancias perjudiciales. La frecuencia de monitoreo y las responsabilidades que se imponen a las empresas serán definidas según los valores de UCH.

Cuadro 5-4

Clasificación de empresas según la contaminación por aguas residuales

Grupo 1: Industrias que no descargan las sustancias perjudiciales (alimentos, bebidas, hoteles, restaurantes)

Grupo 2: Textil, imprenta, química, caucho, plástico, curtiembre, gasolinera, productos petroleros, metal

Grado de contaminación de las aguas residuales del Grupo 1 : UCH1

$$UCH1 = \frac{(CAG - CnAG)}{CnAG} + \frac{(CBOD - CnBOD)}{CnBOD} + \frac{(CSST - CnSST)}{CnSST}$$

Grado de contaminación de las aguas residuales del Grupo 2 : UCH2

$$UCH2 = \frac{(CT - CnT)}{CnT} + \frac{(CAG - CnAG)}{CnAG} + \frac{(CBOD - CnBOD)}{CnBOD} + \frac{(CSST - CnSST)}{CnSST}$$

Nota) C: Concentración real, Cn: normas de DAMA para aguas residuales, T: sustancias perjudiciales, AG: aceites y grasas, BOD: BOD₅, SST: SS Total

Estas fórmulas no toman en cuenta el volumen de agua, lo cual significa que las siguientes normas son aplicables independientemente a la magnitud de la carga:

Valores de UCH	Grado contam.	Frecuencia de inspección: UCH1 (UCH2)	Obligaciones
< = 0	Bajo	Cada dos años (cada año)	---
0 - 2.5	Mediano	Cada año (cada medio año)	Entrega de propuestas de medidas
2.5 - 5	Alto	Cada cuatro meses Cada mes	Entrega de medidas detalladas de mejoramiento
5 <	Muy alto	Cada dos meses (cada mes)	Entrega de medidas detalladas de mejoramiento

Cuadro 5-5 Resolución No. 1074 de DAMA (28 de octubre de 1997):**Normas de descarga de efluentes**

Parámetros	Simbología y unidad	Normas(mg/L)
Arsénico	As (mg/l)	0.1
Bario	Ba (mg/l)	5.0
Cadmio	Cd (mg/l)	0.003
Carbamate	Activante	0.1*
Cianuro	CN mg/l	1.0
Zinc	Zn(mg/l)	5.0
Cloroformo extraído del petróleo	ECC (mg/l)	1.0
Cobre	Cu (mg/l)u	0.25
Compuestos de fenol	Fenol (mg/l)	0.2
Compuestos de cloro	Activante concentrado	0.05*
Compuestos de fosfato	Activante concentrado	0.1
C cromo exavalente	Cr + 6 (mg/l)	0.5
Cromo total	Total Cr(mg/l)	1.0
DBO	(mg/l)	1000
Dicloroetileno	Dicloroetileno	1.0
Policlorodifenil	Activante concentrado	N.D**
DQO	(mg/l)	2000
Aceites y grasas	(mg/l)	100
Manganeso	Mn(mg/l)	0.12
Mercurio	Hg(mg/l)	0.02
Mercurio orgánico	Hg(mg/l)	N.D**
Níquel	Ni(mg/l)	0.2
pH	Unidad	5.9
Plata	Ag(mg/l)	0.5
Plomo	Pb(mg/l)	0.1
Selenio	Se(mg/l)	0.1
Sólido precipitado	SS(mg/l)	2.0
Sólidos suspendidos totales	SST(mg/l)	800
Acido sulfídrico	Sulfuro de carbono (mg/l)	1.0
Carbono tetracloruro	Carbono tetracloruro (mg/l)	1.0
Tricloroetileno	Tricloroetileno (mg/l)	1.0
Temperatura	Grado centígrados (°C)	<30
Agentes surfactivos (SAAM)	(mg/l)	0.5

* Concentración biocidal

**Los Valores analizados más recientes en conformidad con el "método de análisis estándar de aguas y efluentes", son inferiores al límite de detección.

(3) Estudio y monitoreo del medio ambiente acuático en Japón

1) En caso de Tokio

En Tokio, con el fin de investigar y monitorear el grado de contaminación de aguas fluviales y marítimas se están realizando los análisis periódicos (el primer día de todos los meses, de una a cuatro veces) de calidad de agua en 115 puntos de los ríos, 2 de lagos, 31 de la Bahía de Tokio y 19 de canales, totalizando 167 puntos. El análisis incluyen 23 parámetros relacionados con la protección de la salud humana que incluyen el cadmio, cianógeno total, mercurio, etc., y 9 parámetros relacionados con la protección del medio ambiente comunitario que incluyen DBO, DQO, SS, aceites y grasas, pH, etc.

Para los ríos, se tienen instalados 19 estaciones (200 en todo el país) de monitoreo automático que recopilan los datos de calidad de agua de manera continua; los parámetros monitoreados permanentemente incluyen la concentración de las materias orgánicas, temperatura de agua, pH, oxígeno disuelto, iones de cloro, conductividad eléctrica y DQO. Los datos son enviados mediante el sistema telemétrico al Central donde se realiza el monitoreo centralizado. Además, se establecen 87 puntos (incluyendo puntos de referencia ambiental) en los ríos y mares donde se realizan los estudios de los seres acuáticos. Estos estudios consisten en la investigación de las especies y cantidades de los peces y zoobentos para velar el medio ambiente acuático. El estudio del océano incluye también la marea roja.

En cuanto a las aguas subterráneas, se lleva a cabo el análisis de la calidad de agua dividiendo la ciudad en un total de 337 bloques, además del estudio de las zonas de pozos contaminados y monitoreo periódico.

Las aguas residuales industriales son controladas mediante leyes y ordenanzas municipales. El control se hace en función de la concentración de las aguas residuales emitidas y en la regulación de la emisión total.

En cuanto al control de concentración, en Tokio se aplican las normas locales más exigentes que las normas nacionales mediante ordenanza (Cuadro 5-7) a manera de orientar a las industrias a mejorar la calidad de los efluentes. Los empresarios, al construir o reconstruir los establecimientos industriales, deben notificar a la Alcaldía de Tokio los efectos, y ésta está facultada a ordenar la modificación del plan correspondiente, cuando lo considere necesario. Por otro lado, con el fin de alcanzar las normas ambientales establecidas para la Bahía de Tokio, a los establecimientos industriales que descargan más de 50 m³ de efluentes al día en los cuerpos de aguas que se desembocan a la Bahía de Tokio, además del control de concentración de efluentes, se regula la emisión total de la descarga de las industrias atribuyendo a cada una de ellas una norma específica de emisión tolerable de DQO para controlar la emisión de las sustancias contaminantes. Las industrias objeto de esta regulación, deben medir cada determinado tiempo la carga de DQO (en kg/día), archivar los datos (durante tres años, según el reglamento de ejecución de la Ley de Prevención de Contaminación de Agua) e informar a las autoridades los resultados de estas mediciones. Asimismo, para controlar las fuentes contaminantes, la Alcaldía orienta prioritariamente a las grandes empresas e industrias que manejan las sustancias perjudiciales, realizando inspecciones directas, y dando órdenes e instrucciones de modificación de los sistemas de tratamiento de aguas residuales, y mejoramiento de la calidad de los efluentes (las autoridades están facultadas a ordenar la suspensión temporal de la operación de aquellas industrias que no obedecen).

Cuadro 5-6 Medición e información que deben realizar los establecimientos industriales objeto de regulación de la emisión total de Tokio

Vol. de descarga de efluentes del establecimiento (m ³ /día)	Frecuencia de mediciones (DQO, cantidad) → Carga contaminante (kg/día)	Informe
Más de 400	Diario	Antes del 20 del mes siguiente
200-400	Más de una vez cada siete días	1 vez entre abril y septiembre. 1 vez entre octubre y marzo
100 ~ 200	Más de una vez cada 14 días	Idem
50 ~ 100	Más de una vez cada 30 días	Idem

Cabe indicar que en Tokio, a medida que se amplia la cobertura del servicio de saneamiento, se incrementa también el porcentaje de las industrias que descargan sus efluentes al alcantarillado (el 77% del total). Estos establecimientos están obligados, según la Ley de Alcantarillado, a monitorear la temperatura o la concentración de iones de hidrógeno más de una vez al día, DBO más de una vez cada dos semanas, y otros parámetros por más de una vez a la semana, y archivar estos datos durante cinco años. Por otro lado, el ente responsable del manejo del sistema de alcantarillado público realiza las inspecciones directas a las fábricas emisoras de efluentes para conocer los problemas existentes y dar instrucciones pertinentes.

2) Ejemplo de la prefectura de Ibaragi (Complejo Industrial Kashima)

En todos los establecimientos industriales, los efluentes utilizados en los procesos son descargados al alcantarillado público dotado de la planta terminal de tratamiento de aguas residuales. Cada establecimiento está obligado a realizar el monitoreo permanente de pH y DQO con el uso de analizadores automáticos, a la par de tomar los datos de pH, DQO, SS, aceites y grasas, fenol y benceno diariamente; de DBO cuatro veces al mes, y de sustancias perjudiciales, etc. tres veces al año. Por otro lado, el gobierno prefectural, como institución administrativa responsable (a través de la Oficina de Alcantarillado de Kashima) realiza las inspecciones directas a los establecimientos para monitorear los parámetros de pH, DQO, DBO, SS y aceites y grasas cuatro veces al mes, y de las sustancias perjudiciales, etc. tres veces al año.

Los efluentes que no han sido utilizados en los procesos (aguas de enfriamiento, etc.) son descargados directamente a los cuerpos de agua públicos. En este caso también, las empresas están realizando el monitoreo de la temperatura y pH diariamente; de SS y DQO una o dos veces a la semana; aceites, grasas y de las sustancias perjudiciales una vez al mes, en modalidad de control voluntaria. Para este caso, como entidades administrativas, el gobierno prefectural realiza las inspecciones

directas dos veces al año, la municipalidad dos veces al año, y la Oficina de Seguridad Marítima una vez al año, en modalidad de inspecciones no periódicas. Asimismo, estas entidades realizan el muestreo de las aguas residuales para detectar cualquier anomalía.

3) Ejemplo de la prefectura de Mie (Zona de regulación de emisión total para la conservación de calidad de agua)

Con el fin de dar un control eficaz de la emisión total de los efluentes, la prefectura de Mie ha establecido un sistema de monitoreo telemétrico de calidad de agua, que cubren 22 industrias que descargan sus efluentes (más de 5,000 m³/día a la Bahía de Ise) a través del cual se recogen y se transmiten los datos de la concentración de DQO y del volumen de aguas residuales al Central de Monitoreo. Este sistema permite realizar el monitoreo calculando la carga de DQO.

Cuadro 5-7 Normas de emisión de los diferentes países

	Temp. (°C)	pH	DBO (mg/l)	DQO (mg/l)	SS (mg/l)	Aceites y grasas (mg/l)
DAMA	30	5 - 9	1000	2000	800	100
Japón (min.) 1)	-	5.8-8.6	160	160	200	5/30
Al alcantarillado 2)	40	5-9	600(300)	-	600(300)	5/30
Tokio I 3)	40	5.8-8.6	20/25	20/25	40/50	- /10/10
II 1) (existente en 1972) 3)	40	5.8-8.6	60/90	60/90	120/160	- /10/10
Italia (meta)	30/ 3	5.5-9.5	40	160	80	5/10
Portugal	30	6.0-9.0	40	150	60	15
Bélgica	30	6.5-9	15-30	-	60	-
Suiza	30	6.5-8.5	20	Local Gov.	20	20/L.Gov.
Indonesia I	35	6-9	20	40	100	1/1
II	38	6-9	50	100	200	5/10
III	40	6-9	150	300	400	10/50
IV	45	5-9	300	600	500	20/100
Malasia I 4)	40	6.0-9.0	20	50	50	0/0
II	40	6.0-9.0	50	100	100	10/10
Tailandia 5)		5 -9	20 - 60	60	30/60/150	5
Vietnam I	40	6 -9	20	50	50	5/0
II	40	5.5-9	50	100	100	1/10
III	45	5-9	100	400	200	5/30
Filipinas I (plantas existentes)	3	6.0-9.0	80	150	90	10
II (nuevas plantas)	3	6.5-9.0	50	100	70	5
India	5	5.5-9.0	30	250	100	5

Notas

- 1) No se aplican las normas a la emisión de efluentes de menos de 50m³/día que no contienen las sustancias perjudiciales (no obstante, en el caso específico de

Tokio, se aplican a todas las descargas sin excepción)

- 2) Los valores de las normas varían dependiendo del porcentaje que ocupa el volumen total de descarga de las aguas residuales de las industrias y de las empresas de gas dentro del volumen total tratado en el sistema de alcantarillado.

	BOD	SS
Más de 1/4 del vol. total de descarga	300	300
Menos de 1/3 del vol. total de descarga	600	600

- 3) Se clasifican en 500 m³/día ó más, y entre 0 y 500 m³/día.
4) Se excluyen las plantas de aceite de palma y caucho natural
5) No se aplican las normas a los efluentes de menos de 60m³/día

(4) Sistema de recaudación de tarifas de descarga de aguas

El Decreto Ministerial 1594/1984 establece el sistema de recaudación de tarifas de descarga de aguas. Este instrumento ha sido promulgado inicialmente con el propósito de repartir los costos requeridos para la descontaminación entre los responsables de la descarga de los residuos agrícolas, mineros e industriales que contienen sustancias perjudiciales directamente a los ríos, lagos, lagunas, etc. Sin embargo, mediante la promulgación del Decreto Ministerial 901/1997 del Ministerio del Medio Ambiente, el instrumento quedó aplicable a toda la descarga de agua directa e indirecta a los canales. Las tarifas mínimas definidas por la Resolución 372/1998 son las siguientes (estas son modificadas anualmente sobre la base del índice de precios al consumidor):

DBO: 46.50 pesos/kg

TSS: 19.90 pesos/kg

En el caso del Japón, el responsable de la descarga queda libre del pago de tarifas si las aguas residuales cumplen con las normas establecidas. Sin embargo, en el caso de Colombia, todos quedan obligados a asumir el pago de las tarifas, independientemente al volumen que descargan.

DAMA realizó el cálculo de las tarifas sobre la base de un estudio completo ejecutado a partir de 1997 sobre la calidad y el volumen de las aguas de las diferentes cuencas que entran a y salen de la ciudad de Bogotá, así como sobre las aguas residuales industriales. El estudio fue llevado a cabo de la siguiente manera:

1. Definición de 25 puntos de toma de muestras en las cuencas bajo jurisdicción de DAMA.
2. Medición de calidad y volumen de agua.
3. Análisis in situ y en laboratorio.

4. Estimación del grado de contaminación a partir del volumen y de la concentración de la DBO y SST.
5. Estimación de las tarifas

Como resultado, se estimó el monto total a recaudar en la ciudad en 250 millones de pesos/mes, que se traducen en 40 pesos/mes por habitante. Un empresario mediano o pequeño que descarga mensualmente 10m³ de aguas con DBO de 1,000 ppm y SST de 800 ppm, estaría pagando unos 600 pesos al mes, que es poco. Esto corresponde sólo a 1% de las tarifas de agua potable y saneamiento, según las fuentes de información locales.

(Nota: Cabe recordar que estas tarifas no incluyen el tratamiento de aguas residuales, puesto que Colombia no cuenta con suficientes instalaciones de tratamiento, y Santa Fé de Bogotá tampoco tiene una planta diseñada para tal finalidad. En el caso del Japón, las tarifas de alcantarillado incluye el tratamiento de aguas residuales. Los precios varían según municipios; en el caso de Tokio, equivale a un 70% de la tarifa de agua potable).

Las tarifas establecidas de esta manera son aplicadas a la descarga de aguas que cumplen con las normas establecidas, de acuerdo con lo estipulado en el Artículo 42 de la Ley 99 (Ley General). Es decir, se aplica a los efluentes con una concentración máxima de 20% (eliminación del 80% de DBO y SST) según el Decreto Ministerial 1594/1984. En el caso de Santa Fé de Bogotá, el límite de aplicación es de hasta 1,000 ppm de DBO y 800 ppm de SST, conforme a la Resolución 1074/1997. Más allá, no se recaudan las tarifas.

En el caso de superar las normas establecidas, tal como se describió en el apartado 5-1-1(4), se aplican las sanciones establecidas en el Artículo 85 de la Ley 99. Estas pueden ser la orden de modificación o clausura de plantas, y una multa de hasta 300 veces del salario mínimo por cada día de infracción (para 1999, son 71 millones de pesos por fábrica al día). En efecto, existen algunas plantas como las de GM y Mazda que se vieron obligados a cerrar temporalmente sus plantas, aunque hasta la fecha no se ha aplicado la multa a ninguna infracción.

Además, la Ley 901 establece que para recaudar las tarifas, las autoridades pertinentes deben elaborar un plan de descontaminación para los siguientes cinco años (esto se asemeja al sistema japonés de restricción del volumen total de contaminantes en el mar cerrado). DAMA, tras sostener reuniones con 32 empresas grandes y diferentes asociaciones industriales de la ciudad a finales de 1998, promulgó la Resolución 1558 que establece reducir cada año 2% de la carga de DBO y SST, para lograr una reducción de cerca de 10% al cabo de cinco años.

5-2 Políticas de descontaminación industrial

5-2-1 Apoyo financiero e incentivos

En este apartado describiremos sobre los incentivos y apoyo financiero existentes en Colombia y Japón para la descontaminación industrial.

Los incentivos y las medidas de apoyo financiero establecidos en Colombia son todavía insuficientes si se compara con el Japón, donde la Ley General de Descontaminación fomentó el subsidio y las exoneraciones parciales y totales del pago de impuestos, y otras medidas incluyendo el proceso de depreciación especial, con la siguiente ideología:

“El Estado o los gobiernos locales deben tomar todas las medidas financieras necesarias para apoyar a los empresarios en la dotación del sistema de prevención de contaminación. Además, se requiere tomar especial consideración a los empresarios medianos y pequeños.”

(1) A nivel nacional

Como una medida de descontaminación industrial a través de incentivos, se menciona la exoneración tributaria establecida mediante la reforma fiscal por la Ley 223 de 1995. Sin embargo, no se conocen otras medidas de incentivo, debido a la escasez de los recursos del Ministerio del Medio Ambiente.

La exoneración de impuesto es aplicada a la compra de los equipos y componentes nacionales y extranjeros para la construcción, ensamblaje y operación de los sistemas de control y monitoreo ambiental. También se aplica la exoneración a la importación de los equipos diseñados para el reciclaje, tratamiento de aguas residuales y descontaminación de aire. Para su aplicación se requiere de la aprobación del Ministerio del Medio Ambiente. Además, se exime del pago de impuesto por 50% a las autopartes diseñadas para controlar la emisión de gas.

En el período comprendido desde 1995 hasta junio de 1998, se emitieron 297 autorizaciones a 212 empresas, cuyo monto ascendió a 15,761 millones de pesos colombianos. Los ítems cubiertos fueron los siguientes:

1. Instalaciones ambientales y sanitarias (tratamiento de aguas servidas, purificación de agua potable, tratamiento de efluentes, disposición de residuos)
2. Equipos de monitoreo de gases
3. Sistema de prevención de contaminación del suelo
4. Sistema de prevención de la fuga de combustible e hidrocarburos
5. Incineradores poco contaminantes

6. Equipos de control de emisión de gas para los vehículos automotores
7. Equipos diseñados para el ahorro de energía
8. Dotación del sistema de tecnología PML
9. Equipos complementarios de los laboratorios de análisis ambiental

Sin embargo, debido a la limitación de los recursos del fisco, en 1999 quedó abolida la medida de exoneración tributaria a las inversiones en gestiones ambientales.

(2) Santa Fé de Bogotá

La ciudad de Bogotá extiende el apoyo financiero a las PYMEs.

Tal como se describirá más tarde, DAMA, con el apoyo de la Alcaldía, ha creado en 1996 un organismo de apoyo a las PYMEs denominado ACERCAR. Este organismo se encarga de extender la asistencia técnica en materia ambiental a las empresas medianas y pequeñas de la ciudad capital; realizar la transferencia tecnológica, capacitación del personal y proporcionar las informaciones sobre la tecnología de PML para aliviar y controlar la carga contaminante producida por las actividades empresariales. Además, asesora en la toma de decisión sobre las inversiones y financiamiento para con la dotación de la tecnología de reducción de la carga contaminante sobre la base de la evaluación económica y de las normas de financiamiento.

ACERCAR ha recibido hasta la fecha unas 600 consultas, y las medidas de descontaminación fueron tomadas para un total de 117 empresas.

A continuación describiremos las diferentes medidas de apoyo financiero elaboradas por DAMA.

1) ACERCAR

DAMA extiende apoyo financiero indirecto a las PYMEs a través del apoyo técnico de ACERCAR. El presupuesto de ACERCAR en los últimos 18 meses ascendió a 1,100 millones de pesos que fueron destinados a cubrir los costos de diagnóstico empresarial y elaboración de medidas, así como los gastos de operación interna.

2) FRATI

FRATI fue creado por la Alcaldía el 31 de mayo de 1996 mediante la Ordenanza Municipal 369, como un organismo público que extiende apoyo financiero a la implementación de los planes de descontaminación que realizan las PYMEs. El organismo es presidido por el director general de DAMA, y su directiva está constituida por los representantes de DAMA, IFI y de las PYMEs.

El presupuesto de 1999 asciende a 8,000 millones de pesos que incluyen los 1,800

millones de pesos del presupuesto IFI - DAMA (del que se hablará más tarde). El presupuesto es destinado principalmente a la co-financiación (de 50 a 100%) de los costos de los proyectos pioneros en materia ambiental, como los que se mencionan en el Cuadro 5-8. El monto de co-financiación es definido después de realizar un riguroso examen de los valores reales del proyecto correspondiente. Aquí la evaluación realizada ACERCAR sirve de base para la toma de decisión.

El porcentaje de co-financiación varía según el perfil de los proyectos, con un máximo que se detallan en el Cuadro 5-8.

Cuadro 5-8 Porcentaje de co-financiación de FRATI

Tipo de acción	% máximo
Diagnóstico y estudio ambiental	80
Diseño de proyectos	100
Proyectos de investigación y desarrollo	70
Proyectos demostrativos	80
Participación a las exhibiciones internacionales de tecnología por empresarios	50

En el Cuadro 5-9 se detallan las acciones ejecutadas en el período 1996-febrero 1999. Para este año se tienen en total catorce proyectos candidatos a co-financiación

Cuadro 5-9 Proyectos sujetos a co-financiación de FRATI

	Proyectos
1	Diseño del colector de polvos de una planta de asbesto
2	Diseño del sistema de tratamiento de residuos gaseosos y líquidos en una industria galvánica
3	Proyecto de manejo ambiental en una planta de reciclaje de productos secundarios derivados del procesamiento de carne
4	Diseño del sistema de tratamiento de aguas residuales de una planta de procesamiento de carne de pollo
5	Diseño del sistema de tratamiento de aguas residuales de una planta de electrodeposición
6	Proyecto de descontaminación ambiental de una planta de ladrillos
7	Diseño de la planta eficiente de medio ambiente para la producción de carbón
8	Factibilidad de construcción de una planta de pelado y tratamiento de aguas residuales
9	Diseño del sistema de tratamiento de aguas residuales en una planta vinícola
10	Visita a la Feria Waste Interex
11	Estudio de tecnología limpia de curtiembre mediante la optimización del sistema de recuperación de cromo y pre-tratamiento
12	Participación de empresarios al seminario de tecnología de tratamiento de aguas residuales de avícolas
13	Visita de empresarios a la Feria Internacional de Plásticos y Cauchos
14	Diseño del sistema de recuperación térmica y control de escape de gas de los incineradores
15	Estudio para la introducción de la tecnología de PML en las plantas de galvanización
16	Diseño del proyecto de ahorro de agua y descontaminación ambiental de las plantas de galvanización de un determinado distrito

3) IFI-DAMA

IFI (Instituto de Fomento Industrial) es una entidad estatal que tiene por objetivo financiar al desarrollo de la industria. Sus servicios incluye la aprobación y formación de nuevas industrias, extensión de préstamos a largo plazo a los proyectos aprobados y para adquisición de acciones, con la colaboración de los bancos comerciales, empresas financieras y de arriendo, etc.

En el caso de Santa Fé de Bogotá, existe un acuerdo entre DAMA e IFI de priorizar el apoyo a las PYMEs.

Para la toma de decisión interviene el comité conformado por los representantes de FIDUCIAL, IFI, ACERCA, que son las fuentes de financiamiento de DAMA y FRATI, así como los representantes ACOPI. Es aquí donde se determinan no sólo el interés y el período del préstamo, sino también los receptores de la inversión. También aquí, la evaluación preliminar de ACERCAR forma la base de la toma de decisión.

Los objetos y las condiciones de financiamiento son los siguientes, aunque estos pueden variar dependiendo del efecto de descontaminación esperado:

1. Proyectos orientados a la descontaminación
2. El monto máximo del préstamo es de 100 millones de pesos a las microempresas y de 1000 millones pesos a las empresas medianas.
3. Como máximo se aplica un interés que es 8% menos que el interés aplicado por los bancos comerciales (hasta 1998 fue de 5%) (véase más abajo)
4. El período de devolución será un máximo de 10 años.

Interés del préstamo:

Bancos comerciales = DTF (ejemplo 35%) + (de 3 a 5%) = de 38 a 40%

IFI = DTF (35%) - (de 1 a 8%) = de 27 a 34%

Es decir, el interés de los préstamos de IFI será de 13% (40 – 27%) como máximo más bajo que el interés aplicado por los bancos comerciales.

Esta diferencia es cubierta con recursos de DAMA.

El presupuesto de DAMA asignado para la partida IFI-DAMA fue de 1,800 millones de pesos en 1999. DAMA cofinancia los préstamos otorgados por el IFI a las empresas, pagando al IFI entre el 0 y 5 % de la tasa de interés de dicho préstamo.

Para el año 1999 se recibieron 18 solicitudes para proyectos de compra e instalación de equipos de descontaminación, equipos para la recolección diferenciada de residuos, reciclaje de plásticos, etc.

4) Presupuesto especial de DAMA

Además del presupuesto para el apoyo de PYMEs, DAMA cuenta con otra partida de presupuesto especial por el monto de 1,300 millones de pesos para 1999 que serán destinados a la implementación del proyecto del parque industrial.

Este proyecto incluye los sectores de reciclaje de plástico, procesamiento de pollo, curtiembre, etc. Para la planta de reciclaje de plásticos, se invertirá un total de 13,500 millones de pesos, de los cuales 8,000 millones de pesos corresponde al apoyo financiero del gobierno de España. También para la industria de galvanización existe un proyecto de construcción de parque industrial, y las autoridades pertinentes esperan los resultados del presente Estudio para la toma de decisión.

Resumiendo lo anterior, el presupuesto total que DAMA destina al apoyo a las PYMEs es el que se indica en el Cuadro. 5-10

Cabe señalar que DAMA, como una medida contra la inflación, deposita los recursos a FRATI, quien a través de su sección financiera FIDUCIAL, administra dichos recursos obteniendo una utilidad anual de 7 a 8%.

Cuadro 5-10 Presupuesto de DAMA para el apoyo a PYMEs

Organization	Purpose	Budget in 1999	Reference
ACERCAR	Technical assistance	1,100 million Pesos (in 18 months)	Its Operating cost (Design, Adm.)
FRATI	Pilot project	8,000 million Pesos	Grant for project
IFI	Improvement	1,800 million Pesos	Credit for project
Extra-Budget	Industrial park	1,300 million Pesos	Planning cost

Mientras que el presupuesto anual de DAMA asciende a 150,000 millones de pesos, el de Ministerio del Medio Ambiente es sólo de 10,000 millones de pesos.

(3) Apoyo financiero e incentivos aplicados en Japón

Del presupuesto nacional asignado a los diferentes ministerios, el correspondiente a la conservación ambiental fue de 2 billones 821,100 millones de yenes en 1997 (de los cuales, 2 billones 146,800 millones de yenes fueron destinados a subsidiar a los organismos públicos locales).

El Artículo 22 de la Ley General del Medio Ambiente del Japón establece para prevenir los problemas ambientales que "el Estado, con el fin de reducir la carga ambiental, deberá tomar cuantas medidas sean necesarias para otorgar subsidios económicos necesarios y apropiados, tomando en cuenta la capacidad económica, etc.

de las personas que provocan impacto al medio ambiente, a manera de prevenir los problemas ambientales mediante construcciones de las instalaciones necesarias y otras medidas apropiadas". Con la frase "tomando en cuenta la capacidad económica, etc." alude la necesidad de otorgar consideraciones especiales a las PYMEs.

Los subsidios económicos incluyen el financiamiento a bajo interés, incentivos tributarios, etc. A continuación se describen concretamente cada uno de ellos:

1) Apoyo financiero

(a) Subsidios de JEC (Japan Environment Corporation)

a) Servicios de JEC (Japan Environment Corporation)

La Corporación de Prevención de Contaminación, organismo precedente a JEC (Japan Environment Corporation) fue creada en octubre de 1965 con el fin de solucionar los problemas de la contaminación industrial de aire, agua, etc. que se vieron agravados en el proceso del crecimiento económico del Japón en los años '60. Desde su fundación, la Corporación ha venido impulsando ambiciosamente los servicios de apoyo a los empresarios y a otros en la implementación de las medidas de descontaminación, como un organismo especializado en el apoyo en la materia. Posteriormente, con el fin de adecuarse al cambio de las principales tareas de administración ambiental, la entidad fue reorganizada ampliando sus servicios no sólo en la prevención de contaminación, sino también en la conservación ambiental, tomando el nuevo nombre de Japan Environment Corporation. En mayor de 1993, se creó el "Fondo del Medio Ambiente Global" en apoyo a las entidades privadas que desarrollan las actividades en pro del medio ambiente global.

b) Programa de construcción y transferencia

El programa de construcción y transferencia se clasifica en: 1) construcción de grupo de fábricas (complejo industrial); 2) infraestructuras de bienestar público (fajas verdes, parques, etc.); 3) parques verdes para mitigar la contaminación de aire; 4) Instalaciones de disposición de residuos industriales, y parques verdes; y 5) instalaciones compuestas de parques nacionales y cuasi-nacionales. La Corporación, encomendada por los propietarios que deseen construir estos tipos de instalaciones, se hace cargo del Proyecto en general relacionado con la ejecución de obras, y transfiere las obras terminadas al precio que iguala al costo de construcción con préstamos de largo plazo y bajo interés. El programa correspondiente al ejercicio 1997 (monto de contratos nuevos) fue de 39,500 millones de yenes.

c) Programa de financiamiento

El programa de financiamiento es aplicado para 1) las instalaciones de control de contaminación industrial; 2) instalaciones de tratamiento de efluentes industriales; 3) Proyectos de control de contaminación de suelos y aguas subterráneas en las áreas urbanas, y 4) tanques de tratamiento combinado de aguas residuales y de tanques de purificación. El programa otorga recursos a los interesados en construir estas instalaciones o ejecutar estos proyectos. El programa correspondiente al ejercicio 1997 (monto de contratos nuevos) fue de 38,500 millones de yenes.

d) Programa del medio ambiente global

En intento de resolver los problemas ambientales globales, el programa incluye 1) el servicio de provisión de informaciones y conocimientos técnicos acumulados por la Corporación a los organismos nacionales e internacionales en apoyo a la conservación ambiental de los países en vías del desarrollo, y 2) el Fondo del Medio Ambiente Global del Japón en apoyo a las entidades privadas que desarrollan las actividades pro-ambientales. El monto de financiamiento para el ejercicio de 1997 es de 1,000 millones de yenes, y como subsidios de la Japan Environmental Corporation es de 800 millones de yenes.

(b) Financiamiento a través del fondo para la modernización de las instalaciones de PYMEs

El sistema de financiamiento para la modernización de las instalaciones fue fundado con el fin de promover la modernización del equipamiento de PYMEs, conforme a la Ley de Subsidio de Recursos para la Modernización de PYMEs. Las empresas interesadas en conseguir los créditos se presentan individualmente ante el gobierno prefectural correspondiente. Este servicio también incluye el financiamiento a las instalaciones de prevención de contaminación. Además, los microempresarios pueden alquilar las instalaciones de la respectiva prefectura.

(c) Financiamiento a través de los organismos monetarios públicos como Corporación de Financiación a las PYMEs, Corporación de Pensión Nacional, etc.

Los organismos monetarios públicos otorgan financiamiento especial para los proyectos de reubicación de los establecimientos industriales de PYMEs a las zonas específicas, dotación de las instalaciones de descontaminación industrial, etc. Asimismo, se otorga el financiamiento a bajo interés a los proyectos de introducción del sistema de manejo ambiental (ISO14001) y de inversión a instalaciones pro-ambientales pertinentes.

(d) Financiamiento a través de la Corporación de Promoción de PYMEs

La Corporación de Promoción de PYMEs ofrece el financiamiento para la tecnificación. Como parte integral de este programa, promueve los proyectos de construcción de complejos industriales agrupando las industrias que quieran reubicarse con el fin de eliminar las zonas donde coexisten las viviendas y los establecimientos industriales, así como la instalación de plantas de tratamiento colectivo que realizan las asociaciones de PYMEs, y renta de instalaciones, con financiamiento a bajo interés a través de las oficinas prefecturales.

(e) Financiamiento del Banco de Desarrollo del Japón

Con el fin de mantener y mejorar la calidad ambiental, se otorga el financiamiento a bajo interés a los proyectos de ordenamiento urbano, desarrollo de tecnología relacionada con la energía ambiental, así como a los proyectos de inversión a los equipos pro-ambientales con miras a introducir el sistema de manejo ambiental (ISO14001). Además existe el financiamiento a los proyectos colectivos para el reciclaje de los recursos.

(f) Subsidio para la conservación ambiental en Tokio (para las PYMEs)

Los gastos de la descontaminación, básicamente deben ser sufragados por el causante, Sin embargo, estos gastos constituyen una carga pesada para las PYMEs que no cuentan con bases administrativas sólidas convirtiéndose en una limitación para la disminución de contaminación. Ante esta situación, la Alcaldía de Tokio ha creado en 1965 el "Fondo de Prevención de Contaminación" para subsidiar y financiar parte de los intereses y garantías de crédito de los préstamos del sector privado, a fin de responder a la demanda creciente de los recursos de prevención de contaminación.

Posteriormente, en 1988, para resolver los problemas de contaminación tipo urbano y comunitario (contaminación de aire por los gases vehiculares, contaminación de agua por las aguas residuales municipales, contaminación acústica en las vecindades, etc.) y para promover la reforestación en la ciudad, se crearon nuevos sistemas de financiamiento como son: fondos para la sustitución de automóviles pro-ambientales, instalación de tanques de tratamiento combinado y de purificación, ejecución de obras de aislamiento acústico de los equipos sonoros, creación de zonas verdes en las fábricas y establecimientos industriales, etc. En 1990, se creó también el sistema de financiamiento para la prevención de dispersión de amianto consolidando aún más el sistema de financiamiento pro-ambiental. Más tarde, en 1998, estos sistemas de financiamiento fueron englobados con el nombre de "Fondo

de Conservación Ambiental", y además de las medidas convencionales contra la contaminación, se amplió el ámbito de aplicación también a las actividades ambientales globales y creación de una sociedad de recirculación. Por otro lado, a manera de despertar la consciencia de los ciudadanos a tomar voluntariamente las acciones pro-ambientales, y para apoyar a los individuos, se ha creado el Sistema de Financiamiento al Plan de Acción de Tokio para la compra de sistemas generación eléctrica fotovoltaica para uso residencial, y los automóviles de energía limpia.

2) Incentivos tributarios

(a) Impuestos nacionales

En lo que concierne a los impuestos nacionales, existe la denominada "depreciación especial" de las instalaciones de descontaminación, separación y recuperación de recursos reciclables y de instalaciones de reprocesamiento. También se aplica la depreciación especial o exoneración tributaria para la compra de bienes destinados a racionalizar la energía, etc. (reforma estructural de la demanda energética). Se aplican también la depreciación especial o exoneración tributaria a la compra de los vehículos menos contaminantes por las PYMEs de las zonas específicas.

(b) Impuestos locales

En lo que concierne a los impuestos locales, se aplican la exoneración parcial de impuestos sobre inmuebles y sobre oficinas para las instalaciones de descontaminación, así como exoneración total de impuestos sobre tierras especiales, y exoneración parcial del impuesto de inmuebles gravable a las instalaciones reprocesamiento de los residuos. Asimismo, se aplica la exoneración parcial de impuestos de compra de automóviles poco contaminantes. Además, se aplica la exoneración de impuestos sobre oficinas a los pequeños y medianos empresarios que hayan comprado instalaciones colectivas (por el porcentaje correspondiente a cada empresa) de Japan Environmental Corporation

Cuadro 5-11 Matriz del Sistema de Mediación de Financiamiento para la Conservación Ambiental Aplicado a las PYMEs en Tokio (ejercicio 1999)

Financiamiento	Aplicación	Límite	Período de devolución	Interés del usuario
Adquisición de vehículos pro-ambientales designados	Automóviles pasajeros, camionetas de carga, camiones y autobuses de baja contaminación	¥ 50 millones Límite superior por cada unidad: ¥ 10 millones	Hasta 5 años	1/2 del tipo de interés preferente a largo plazo
Gasolineras ecológicas	Instalación de gasolineras para abastecer de combustible a los vehículos de baja contaminación (electricidad, gas natural)	¥ 50 millones	Hasta 7 años (con un período de gracia de un año)	1/2 del tipo de interés preferente a largo plazo
Medidas contra dioxina	Renovación, mejoramiento, etc. de los incineradores pro-ambientales con poca incidencia de dioxina con una superficie de parrilla de más de 0.5m ² y menos de 2 m ²	¥ 40 millones	Hasta 7 años (con un período de gracia de un año)	1/2 del tipo de interés preferente a largo plazo
Fondo para el mejoramiento de instalaciones	Renovación, mejora, etc. de instalaciones de producción con poca incidencia de cargas contaminantes Instalación, mejora, etc. de los sistemas de prevención de contaminación Obras de prevención de contaminación Instalación de tanques sépticos colectivos Reforestación de calles, azoteas, etc.	¥ 30 millones	Hasta 7 años (con un período de gracia de un año)	Para empresas con 10 o menos empleados: 1%/año Para empresas con más de 10 empleados: Tipo de interés preferente a largo plazo (hasta un máximo de 3%/año) Instalaciones de prevención de contaminación (instalaciones colectivas): 1%/año
Fondo para la reubicación	Reubicación de fábricas y talleres designados	¥ 80 millones	Hasta 15 años (con un período de gracia de un año)	3) Reubicación en grupo: 1%/año 4) Otros: tipo de interés preferente a largo plazo (con un máximo de 3% anual)

Notas

- 1) La Alcaldía de Tokio subsidia 2/3 de la garantía de crédito.
- 2) El interés de financiamiento es igual o menos que el tipo de interés preferente a largo plazo (2.9% a finales de febrero de 1999)

**Cuadro 5-12 Matriz de incentivos tributarios aplicables
a las instalaciones pro-ambientales**

1) Instalaciones de prevención de contaminación de las industrias

	Impuestos nacionales		Impuestos locales		
	Exoner. por deprec.	Vida útil más corta	Impuesto sobre inmuebles	Impuesto sobre oficinas	Impuesto especial sobre propiedad de terreno
	Deprec. esp. 1er. año : 18% del precio de adquisición	Deprec. apresurada de edificios, equipos y maquinarias			
Equipos de control de contaminación acústica			Exoneración parcial (1/2)	Exoneración total	Exoneración total
Equipos de tratamiento de aguas residuales			Exoneración total	Exoneración total	Exoneración total
Equipos de control de óxidos de nitrógeno			Exoneración total		
Equipos de tratamiento de hollín			Exoneración total	Exoneración total	Exoneración total
Equipos de tratamiento de polvos en general			Exoneración parcial (a 1/3)	Exoneración total	Exoneración total
Equipos de tratamiento de polvos especiales (asbesto)			Exoneración total	Exoneración total	Exoneración total
Equipos de desodorización, etc.				Exoneración total	Exoneración total
Chimeneas altas			Exoneración parcial (a 1/3)		
Equipos de control de emisión y recuperación de freón específico			Exoneración parcial (a 2/5)		
Equipos de desulfuración de gasoil			Exoneración parcial (a 1/3) para los primeros tres años		

2) Otros

Existen además medidas de exoneración parcial o total sobre la compra o sustitución de automóviles poco contaminantes, instalaciones de reprocesamiento de residuos, plantas de tratamiento de residuos, instalaciones de reforma estructural de la demanda energética, y de otros bienes de prevención de contaminación.

5-2-2 Régimen de selección de las plantas designadas (especiales) y el sistema de nombramiento de personas responsables de la prevención de contaminación

En el caso del Japón, por ejemplo, la Ley de Control de Contaminación de Agua se aplica en los siguientes casos:

1. Aguas descargadas a los cuerpos de agua públicos (efluentes) desde los establecimientos dotados de instalaciones designadas (establecimientos específicos).
2. Efluentes contaminados que infiltran al subsuelo desde los establecimientos específicos que utilizan sustancias perjudiciales (agua de infiltración específica)
3. Aceite descargado por accidentes producidos en los establecimientos industriales como tanques de almacenamiento de aceite

El sistema de selección de las fábricas designadas para el control de contaminación industrial establecido en la Ley sobre el Establecimiento de la Organización de Prevención de Contaminación en las Fábricas Designadas consiste en lo siguiente:

1. Criterios de selección: industrias manufactureras, proveedores de electricidad o gas que satisfacen una de las siguientes condiciones:
 - (1) plantas que disponen de un sistema de tratamiento de aguas residuales, etc. y trabaja con instalaciones generadoras de sustancias perjudiciales, u
 - (2) otras plantas que no corresponde a (1), pero que la descarga media diaria supera los 1,000m³.
2. Selección del personal responsable de la prevención de contaminación: Las fábricas designadas deberán nombrar el siguiente personal y hacer manifestación al gobernador de la prefectura:
 - (1) Jefe supervisor de control de contaminación (jefe de la fábrica) : persona responsable de las gestiones pertinentes (no se necesita cualificación)
 - (2) Director de descontaminación: para las fábricas que emiten tanto el gas como el agua residual
 - (3) Supervisor de control de contaminación: personal responsable de las gestiones técnicas de contaminación
3. Categorías del personal de control de descontaminación requerido: personas calificadas aprobadas en los exámenes estatales I a IV sobre el control de contaminación de agua, según el volumen de descarga.

Los establecimientos designados referidos aquí incluyen a aquellos especificados por el Decreto, que descargan el agua de desecho que contiene alguna de las 24 materias

orgánicas (cadmio, cianógeno, mercurio orgánico, cromo hexavalente, etc.) , así como las aguas negras y residuales que puedan perjudicar la calidad de la vida de los habitantes. Sin embargo, cabe señalar que en el caso del segundo, los establecimientos cuya descarga no sobrepase los 50 m³ al día, quedan fuera de la aplicación de la ley según las normas generales del Japón. En otras palabras, en las normas generales del Japón, no se restringe la operación de las plantas pequeñas de los sub-sectores objeto de nuestro estudio, con excepción de la industria galvánica cuyos efluentes pueden contener sustancias perjudiciales como el cianógeno, cromo hexavalente, etc.

En el caso de Colombia, no obstante, no existe el régimen de designación de los establecimientos (plantas) específicos, y actualmente se está realizando el diagnóstico de las todas las plantas, independientemente de su tamaño.

Otra diferencia es que en Japón se tienen designadas las áreas de control de la carga contaminante total como las bahías de Tokio e Ise, y el mar Seto, donde el gobierno prefectural define las normas de control de la carga total (concentración de DQO x vol. de descarga = carga contaminante) que deben cumplir los establecimientos industriales en su conjunto. En el caso de Santa Fé de Bogotá, pese a la seriedad del problema de la contaminación del Río Bogotá, actualmente no se aplica el sistema de control de la carga total contaminante en un área determinada, sino que se realiza solamente el monitoreo de la calidad de agua, independientemente a su volumen.

Por otro lado, los empresarios japoneses están obligados a monitorear la calidad de agua de desecho (la frecuencia varía dependiendo de la cantidad) y conservar los registros durante un determinado tiempo. Mientras tanto, en Santa Fé de Bogotá, hablando específicamente de los sub-sectores objeto del presente estudio, DAMA acaba de iniciar la labor de monitoreo, y casi no se tiene la iniciativa de los propios empresarios.

Las empresas de una determinada magnitud en Japón están obligadas a nombrar a una persona responsable de la prevención de contaminación e informar los efectos al Alcalde o al gobernador local, en conformidad con la “Ley de organismo de descontaminación de los establecimientos industriales específicos”.

La Alcaldía de Tokio establece el sistema de nombramiento de personas responsables de la prevención de contaminación a través de la ordenanza municipal que es aplicable a las PYMEs propensas a producir contaminación.

Estas personas se responsabilizan de los siguientes oficios:

1. Aconsejar al empresario a cumplir estrictamente las normas establecidas por la ordenanza.

2. Supervisar los aspectos técnicos (métodos de operación, mantenimiento de instalaciones, etc.) para no generar la contaminación de la fábrica correspondiente.
3. Comunicar a los habitantes locales sobre los métodos de prevención de contaminación adoptados por la fábrica.

Existen tres categorías (de I a III) para la calificación del personal. El sistema otorga el certificado correspondiente a los que asistieron al seminario, y no a través de exámenes.

Por otro lado, recientemente se estableció el Sistema de Manejo Ambiental en el marco de la norma internacional ISO14001, y las empresas japonesas se esfuerzan en obtener este certificado, con apoyo del Estado y de los gobiernos locales. En septiembre de 1998, las fábricas aprobadas sumaron en total 5,700 en todo el mundo, de las cuales 1,238 fueron empresas japonesas, 650 alemanas, 200 norteamericanas, 81 españolas y 2 colombianas.

En cambio, en Colombia no existe un sistema similar.

Es más, en Japón, si una empresa descarga continuamente sus efluentes al alcantarillado (dotado de una planta de tratamiento terminal), debe obedecer, no la Ley de Prevención de Contaminación de Agua, sino la Ley de Alcantarillado. Dado que el alcantarillado está dotado de la planta de tratamiento terminal, las normas de control de DBO, SS, nitrógeno y fósforo son menos rigurosas que las de la Ley de Prevención de Contaminación de Agua.

El plan de alcantarillado de Santa Fé de Bogotá también se rige de una ideología similar, ya que actualmente se está construyendo el sistema que consiste en tratar los efluentes industriales, domésticos (incluyendo las aguas servidas) y las aguas pluviales. Hacia el futuro, las tarifas del uso de canales serán sustituidas (o complementadas) por tarifas de tratamiento de aguas residuales.

Cuadro 5-13 Sistema de nombramiento de personas responsables de la prevención de contaminación en Japón

Fábricas designadas (ejemplo: en función de las aguas residuales)	Objeto: Empresas manufactureras, plantas suministradoras de electricidad y gas 1. Establecimientos que operan las instalaciones que descargan las sustancias perjudiciales 2. Establecimientos que evacuan más de 1,000 m ³ /día de aguas residuales
Nombramiento del personal responsable de control de contaminación	Nombramiento y comunicación al Alcalde 1. Jefe de prevención de contaminación: Director de fábrica 2. Supervisor de prevención de contaminación: debe ser designado en una planta que descarga gases y líquidos residuales. 3. Encargado de prevención de contaminación: persona a cargo de velar las técnicas de control de contaminación
Requisitos	El personal debe aprobarse el examen estatal: Categorías I a IV según el volumen de descarga de aguas residuales
Responsabilidades del personal de prevención de contaminación	1) Inspección de materias primas 2) Inspección de instalaciones 3) Inspección de operación y reparación de la planta de tratamiento 4) Medición y registro de los datos de concentración 5) Inspección y reparación de los instrumentos de medición 6) Medidas de mitigación en caso de emergencia

Nota) Este sistema no se aplica a las fábricas con menos de 20 empleados

**Cuadro 5-14
Sistema de nombramiento de personas responsables de la prevención de contaminación mediante ordenanza de control de contaminación de la ciudad de Tokio (1972 -)**

Persona a cargo de control de contaminación	Objeto: fábricas propensas a generar la contaminación (PYMES)
Requisitos	Dependiendo del tipo de fábricas y el número de empleados: Persona calificada como responsable de control de contaminación (categorías I a III) de Tokio (las fábricas con menos de 10 empleados: categoría III)
Responsabilidades del personal de prevención de contaminación	1) aconsejar al empresario a cumplir estrictamente las normas establecidas por la ordenanza. 2) Supervisar los aspectos técnicos (métodos de operación, mantenimiento de instalaciones, etc.) para no generar la contaminación de la fábrica. 3) Comunicar a los habitantes locales sobre los métodos de prevención de contaminación adoptados por la fábrica.

5-2-3 Reconocimiento de méritos de descontaminación ambiental

No existe un sistema de reconocimiento de los esfuerzos para la descontaminación industrial de carácter público en Colombia. Sin embargo, como un caso excepcional, las actividades de ACERCAR fue con objeto de reconocimiento por el presidente en 1997. Si bien es cierto que en Japón tampoco se premian directamente estos méritos, sí se reconocen los esfuerzos para el desarrollo de los equipos e instalaciones de descontaminación industrial, equipos del tipo ahorro energético, y otras tecnologías pro-ambientales.

Por otro lado, la Alcaldía de Tokio reconoce los méritos de dos empresas e individuos al año quienes contribuyeron al mejoramiento y desarrollo de las gestiones de conservación ambiental con premios de Alcalde y del Director. Este régimen, además de reconocer los méritos, también tiene por objetivo promover aún más la administración ambiental. Los premios son otorgados en mérito de la protección de la naturaleza, reforestación, conservación de aire, conservación de agua, etc.

La falta de un sistema de reconocimiento de méritos en gestiones ambientales se debe probablemente a que en Colombia, se suele importar la mayoría de estos equipos y tecnologías.

5-2-4 Campañas de promoción de la descontaminación industrial

(1) Colombia

Tal como se mencionó anteriormente, la descontaminación industrial es considerada como parte de la preservación ambiental no sólo local sino global, por lo que no se han desarrollado actividades o campañas de promoción específicas para la descontaminación industrial. Tal vez, la promoción de la tecnología de PML vendría a ser una de ellas. Aunque todavía se encuentra en la fase incipiente, actualmente, bajo la iniciativa del Ministerio del Medio Ambiente, y con la participación del Ministerio de Minería y Energía, empresas estatales como Ecopetrol, organismos gubernamentales como ANDI, los gobiernos locales, departamentos responsables de gestiones ambientales de las diferentes ciudades y universidades, se están desarrollando en Colombia múltiples campañas publicitarias y educativas. En el caso específico de Santa Fé de Bogotá, estas funciones son asumidas por DAMA y ACERCAR.

(2) Santa Fé de Bogotá

En el caso específico de Santa Fé de Bogotá, DAMA desarrolló desde 1995 hasta 1998, el programa de educación e información ambiental en la zona metropolitana con el fin de despertar la consciencia de los ciudadanos para la preservación del

medio ambiente. Como parte integral de dichos esfuerzos, elaboró el Atlas Ambiental de Santa Fé de Bogotá, con las informaciones sobre la contaminación acústica y de aire, situación actual del Río Bogotá, residuos sólidos, aguas subterráneas. Asimismo, DAMA está desarrollando campañas publicitarias a través de Internet.

Numerosos carteles y folletos sobre la conservación de aves silvestres, vegetación, pantanos, etc. existen en la oficina de DAMA, lo cual refleja el entusiasmo de dicho organismo por la conservación del medio ambiente a través de la prevención de contaminación industrial.

5-2-5 Desarrollo tecnológico para la descontaminación industrial

Se podría afirmar que Colombia, al igual que otros países de la región, no ha desarrollado todavía la tecnología para la descontaminación industrial. Más bien, el Estado fomenta la importación de tales tecnologías, a través de la exoneración de impuestos, desde los países industrializados como EE.UU., que lograron superar los problemas de la contaminación.

5-3 Organo promotor del plan de descontaminación industrial

5-3-1 Organo ejecutor del plan de descontaminación industrial

Normalmente, la administración y las gestiones ambientales se dan en dos niveles: Estado y gobiernos locales.

En el caso de Colombia, también, la administración y la gerencia de asuntos ambientales se da a nivel nacional y a nivel de las áreas metropolitanas. El Artículo 55 de la Ley 99 promulgada en 1993, establece que en las ciudades que albergan a más de un millón de habitantes, la institución administrativa se hace cargo de las gestiones ambientales, mientras que en las ciudades más pequeñas, las corporación pública local (CAR, a través de 26 oficinas en todo el país) asume directamente las gestiones ambientales, conforme a la directriz establecida por el Ministerio del Medio Ambiente.

A nivel del Estado, la Junta Nacional del Medio Ambiente presidida por el Presidente de la Nación dirige, a través del Ministerio del Medio Ambiente, el marco general de las políticas y estrategias administrativas, mientras que el Sistema Nacional Ambiental (SINA) integrado por los diferentes órganos provinciales apoyan en su ejecución.

La Alcaldía de las ciudades con más de un millón de habitantes, está facultada para elaborar sus propias estrategias en el marco de la política ambiental nacional que establece el Ministerio del Medio Ambiente. En el caso de Santa Fé de Bogotá, el

Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente (DAMA) es el ente administrativo responsable del medio ambiente, tal como lo establece el Artículo 1 de la Ley No. 673 de 1995.

Las principales responsabilidades de la institución son las siguientes:

1. Elaborar y ejecutar las políticas de preservación, protección y recuperación del medio ambiente y de los recursos naturales
2. Definir las normas ambientales que deben dar cumplimiento de la región metropolitana de la ciudad capital
3. Otorgar permisos y autorizaciones (licencias ambientales) para la construcción, desarrollo y operación, realizar el monitoreo y aplicar sanciones al incumplimiento de las normas.
4. Construir las instalaciones sanitarias y de prevención de contaminación, así como ejecución de proyectos pertinentes (Plan de Recuperación del Río Bogotá)
5. Aplicar los reglamentos relacionados con el abandono, descarga y desecho de las materias contaminantes, sólidos y residuos tóxicos y peligrosos.

Además del Ministerio del Medio Ambiente y DAMA, existe la CAR que maneja las cuencas de los ríos Bogotá, Ubaté y Suárez , que es otra entidad a cargo de las gestiones ambientales en esta zona.

5-3-2 Campañas de promoción de la descontaminación industrial

(1) A nivel nacional

El Ministerio del Medio Ambiente puso en marcha el régimen de licencias ambientales para los proyectos de desarrollo y operación a partir de 1995, y además ha venido definiendo y complementando oportunamente los reglamentos sobre la preservación de aire, calidad de los efluentes y desecho de los residuos sólidos, etc. a través de decretos ministeriales.

En cuanto a las actividades de promoción a nivel nacional, en 1994 se aclaró por vez primera, en su plan de desarrollo “El Salto Social”, el concepto de la tecnología de PML, que consiste en ir más allá de la tecnología tradicional que procura tratar adecuadamente los residuos de los procesos de producción, sino que se trata de implementar procesos menos contaminantes y más económicos que contribuyan al ahorro de materias primas, agua, energía y otros recursos naturales. Posteriormente, esta ideología ha sido promovida y difundida con la extensa colaboración del Ministerio de Minas y Energía, las empresas estatales, zonas industriales y del sector industrial, hasta que en agosto de 1997, la “Política

Nacional de Producción Más Limpia” fue aprobada por la Junta Nacional del Medio Ambiente.

Como resultado de dichos esfuerzos, en marzo de 1998, se llegó a establecer el Centro de Tecnología de Producción Más Limpia (CP) en la Ciudad de Medellín, Antioquía Este, por el sector industrial, académico, entidades autónomas, etc. con respaldo del Ministerio del Medio Ambiente y el apoyo financiero de del Banco Federal de Suiza. Con esto, se está logrando fortalecer el vínculo entre los organismos gubernamentales y el sector privado a través de la tecnología de producción más limpia y pro-ambiental.

Por otro lado, el Ministerio del Medio Ambiente estableció el “Environmental Windows”, que es una organización parecida a ACERCAR de Santa Fé de Bogotá y brinda apoyo a PYME en materias de cumplimiento de leyes ambientales, introducción y capacitación de la PML.

Dicha organización inició su servicio en las ciudades de Medellín y Cucuta, y se propone operar en otras ciudades del país en el futuro. Sin embargo, aún su función no es lo suficientemente estable y parece que la operación se halla eventualmente suspendida.

(2) Centro de Tecnología de Producción Más Limpia (CP)

Este es organismo creado en la ciudad de Medellín en marzo de 1998 para difundir la tecnología de PML y de conservación ambiental. Sus actividades, por el momento, se orientan principalmente a las grandes empresas de Antioquía, el Departamento donde está Medellín. Sin embargo, se tienen grandes expectativas por el papel que desempeñará este organismo en el futuro.

1) Centro de Producción Más Limpia y Tecnología Ambiental

Con el fin de responder a las necesidades de las empresas que desean adoptar ambiciosamente la tecnología que apunta hacia una mejor relación con el medio ambiente, este centro fue creado como un organismo neutro e independiente que engloba las actividades de las entidades pioneras nacionales e internacionales.

2) Relación con otras entidades

El Centro de Tecnología de Producción más Limpia, no sólo se esforzará en desarrollar la tecnología propia, sino que mantendrá relación con diferentes universidades, centros de desarrollo tecnológico, centros de producción, firmas consultoras, grupos académicos, entidades regionales e industriales, y otras tantas instituciones que poseen amplios conocimientos y experiencias en la materia.

3) Relaciones internacionales

Este centro también mantiene estrecha relación con otros organismos públicos y privados extranjeros relacionados con la tecnología ambiental, en especial con la Universidad de Ingeniería de Zurich, Politécnico de Losana, EMPA (instituto de investigación tecnológica de Suiza que establece la red de importantes centros de investigación nacionales e internacionales. Además, el Centro fue creado con el apoyo financiero del Banco Federal de Suiza. Considera que es importante fortalecer el vínculo de cooperación e intercambio de informaciones con otros organismos pro-ambientales.

4) Objetivo del Centro de Tecnología de Producción Más Limpia

Este centro tiene los siguientes objetivos:

1. Reducción y eliminación de los residuos sólidos
2. Reducción y eliminación de las sustancias perjudiciales
3. Reducción de los costos de producción y operación
4. Reducción de los costos de materia prima, energía y agua
5. Fortalecimiento de competitividad mediante mejoramiento de calidad y productividad
6. Facilitar la participación de empresas en el mercado nacional e internacional
7. Ofrecer satisfacción a los trabajadores y a la comunidad
8. Promover la tecnología PML a los clientes latentes y a la sociedad

5) Servicios y actividades del Centro de Tecnología de Producción Más Limpia

Este centro desarrolla las siguientes actividades y servicios a fin de alcanzar los objetivos propuestos:

1. Ofrecer asesoramiento e información sobre la tecnología de PML y ambiental a las empresas públicas y privadas
2. Ofrecer apoyo técnico a las empresas para la obtención del certificado de ISO 14000, e introducción de la tecnología eco-eficiente y método de manejo de crisis
3. Centralizar las informaciones sobre la tecnología ambiental del exterior, y divulgar las informaciones a través de publicaciones de base de datos, seminarios, charlas y medios de comunicación
4. Ofrecer apoyo financiero a la elaboración y presentación de los proyectos de inversión ambiental.
5. Cooperar en el intercambio de especialistas y profesores con

universidades y empresas del exterior

6. Realizar el diagnóstico de las leyes, ordenanzas y trámites en colaboración con el Estado y gobiernos locales, y de ser necesario, promover las alternativas
7. Ofrecer asesoramiento en la planificación de proyectos cooperativos en los campos de mejoramiento de eficiencia energética, almacenamiento de productos secundarios, etc.
8. Solicitar y aprobar los proyectos de cooperación internacional.

6) Principales integrantes del Centro de Tecnología de Producción Más Limpia

El centro está integrado por:

1. Sector industrial: cuatro empresas de cemento, una constructora, una empresa minera, una empresa de salud
2. Universidades: siete incluyendo la Universidad de Antioquía
1 Colegio de Ingeniería de Antioquía
3. Apoyo: 8 entidades incluyendo la Asociación de Industriales de Colombia
4. Instituciones públicas: Instituto Científico de Colombia, Instituto Ambiental de Cali, etc.

7) Actividades propuestas para los próximos años

El Centro de Tecnología de Producción Más Limpia se propone realizar las siguientes actividades hasta enero de 2001:

1. Realizar el diagnóstico ambiental de cien empresas públicas y privadas
2. Desarrollar proyectos ambientales de 25 empresas públicas y privadas
3. Capacitar a 400 personas, por lo menos, en problemas ambientales del país
4. Coordinar las actividades con por lo menos 20 asociaciones en relación con la producción más limpia
5. Cubrir el 30% como mínimo de los gastos de operación a través de la facturación de servicios

(3) Santa Fé de Bogotá

Tal como se describió en el apartado 5-3, actualmente se está llevando a cabo con la iniciativa de DAMA, el monitoreo de los efluentes industriales, contaminación de aire y descarga de los residuos sólidos en Santa Fé de Bogotá. La institución promulgó en octubre de 1997 el Reglamento No. 1074 para regular las normas

ambientales de los desechos sólidos, que define los siguientes puntos:

1. Obligación de informar a DAMA la descarga de los residuos al alcantarillado o cuerpos de agua dentro del área de jurisdicción de DAMA.
2. Período efectivo del permiso de descarga: menos de cinco años
3. Definición del límite superior de descarga

Como se mencionó anteriormente, DAMA, realiza la concientización de las PYMES de Santa Fé de Bogotá en la prevención de contaminación industrial mediante la cooperación técnica a través de ACERCAR, y el apoyo financiero a través de FRATI, IFI-DAMA y del presupuesto especial.

(4) ACERCAR

ACERCAR fue creado en 1996 con el fin de promover la tecnología de PML a las PYMES de Santa Fé de Bogotá, y su función consiste en realizar el diagnóstico de las plantas y proponer las medidas pro-ambientales necesarias. Los servicios son realizados a través de las empresas privadas adjudicadas en concurso público.

En 1997, un año después de su creación, el mérito de ACERCAR fue reconocido por el presidente de la República y su presencia se hizo conocido entre el pueblo.

A continuación se describen sus actividades:

1. Dar asesoramiento en la tecnología de PML y pro-ambiental
2. Aprobar el financiamiento a los proyectos de descontaminación ambiental
3. Realizar la evaluación económica de la tecnología ambiental sana
4. Explicar los instrumentos legales relacionados con el tema ambiental
5. Presentar la tecnología de PML aplicable al sector industrial
6. Dar asesoramiento profesional a los industriales
7. Presentar la última tecnología nacional e internacional
8. Orientar a los interesados en reglamentos de prevención de la contaminación
9. Apoyar en la solicitud de FRATI-DAMA (antes descrito)

ACERCAR. actualmente, está presidida por un director, e integrada por cinco ingenieros químicos, un ingeniero de producción, un ingeniero sanitario, un economista, un asistente de sistemas y una secretaria, sumando en total once personas.

(5) Plan de Recuperación del Río Bogotá

El Plan de Recuperación del Río Bogotá constituye el mayor desafío que

actualmente aborda la ciudad capital, bajo la dirección de DAMA.

El Río Bogotá es una de las corrientes naturales más aprovechadas dentro del país como fuente de agua potable, de riego, industrial y de generación eléctrica, y también es aprovechado como receptor de las aguas residuales. Lamentablemente, debido a la descarga de las aguas residuales de los seis millones de habitantes y de los efluentes de más de diez mil establecimientos industriales (con 1 millón de personas), el Río Bogotá es considerado como el río más contaminado del mundo. Ya en 1906, un consultor inglés había insistido en la necesidad de construir las plantas de tratamiento de las aguas residuales, y otras propuestas más fueron estudiadas posteriormente, aunque el incremento de la población de la ciudad fue mucho más acelerado que lo que se esperaba. Recién en 1989, se elaboró el plan de ejecución para el Proyecto, y en agosto de 1994, el consorcio francés lyonnaise des Eaux – Degremont fue adjudicado para la construcción (Build), operación (Operation) y transferencia tecnológica (Transfer) del proyecto (contrato de “BOT”). Desde septiembre de 1997, la empresa nacional Bogotana de Aguas y Saneamiento (BAS) inició las obras de construcción. La contraparte municipal de dicho proyecto es el DAMA.

El contrato BOT constituye una modalidad ideal para DAMA que cuenta con muy pocos especialistas, puesto que la planta de tratamiento de aguas residuales, objeto del proyecto, será entregada a la institución recién después de que se compruebe su normal funcionamiento, y la entrega incluye la capacitación técnica del personal; hasta la fecha de la entrega, ninguna responsabilidad relacionada con la obra recae sobre DAMA.

1) Procedimientos

En la Figura 5-1 se muestra el cronograma del Proyecto.

Las obras de construcción se completarán en 20 años, y el contrato vencerá dentro de 27 años a contar de la puesta en operación de las obras, por lo que es un plan de plazo sumamente largo.

2) Propiedades de las aguas en su entrada (proyección)

En el Cuadro 5-15 se presentan las bases de diseño de las aguas en su entrada.

Cuadro 5-15 Propiedades de las aguas en su entrada (proyección)

Parámetros	Cuenca de Salitre	Cuenca de Fucha	Cuenca de Tunjuelo
DBO ₅ (mg/L)	275	494	270
SST (mg/L)	356	476	357
Caudal medio (m3/s)	5.7	7.1	3.9
Caudal máximo (m3/s)	14.1	17.7	9.6

3) Plantas de tratamiento y propiedades de las aguas tratadas (proyección)

a) Fase I: Tratamiento primario

Tasa de eliminación de DBO 5 = 40%

Tasa de eliminación de las SST = 60%

b) Fase II: Tratamiento secundario (tratamiento con fangos activados)

Después del tratamiento DBO5 = 20 mg/L

Después del tratamiento SST = 30 mg/L

Figura 5-1. Proyecto de dotación de la planta de tratamiento

1) Procedimientos

P.	Et	Fas	Años																			
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	1	1	1	1	1	1	1	2		
		(1)	■	■	■																	
(A)	1	(E)				■																
		(3)					■	■														
		(E)							■													
		(1)								■	■	■										
(B)	2	(E)										■										
		(3)											■	■								
		(E)													■							
		(1)														■	■	■				
(C)	3	(E)																■				
		(3)																	■	■		

(A) EL SALITRE- (B) FUCHA - (C) TUNJUELO- (E) EVALUATION

Los parámetros de diseño se define en DBO de entrada entre 270 y 500, SST entre 350 y 470. En la primera fase del proyecto que consiste únicamente en tratar el

agua mediante precipitación, se propone eliminar el 40% de DBO y 60% de SST, sin esperar una mejoría significativa. Sin embargo, al completar la segunda fase del proyecto que consiste en la construcción de las plantas de tratamiento con fango activado, se espera lograr el nivel de DBO de 20 y de SST de 30, con lo que se logrará “resucitar” al Río Bogotá.

Sin embargo, tampoco convendría trazar una visión optimista, sin antes tomar en cuenta el incremento de la población y de los establecimientos industriales en los siguientes años.

5-4 Recomendaciones sobre políticas y estrategias para la descontaminación industrial

En el Cuadro 5-16 se resumen las recomendaciones de políticas y estrategias para el país y para Santa Fé de Bogotá, formuladas por el equipo de estudio sobre la base de los resultados del estudio hasta aquí descritos. Asimismo, en el apartado siguiente se describen las medidas específicas.

5-4-1 Instrumentos legales ambientales

(1) Normas ambientales

1) A nivel nacional (Ministerio del Medio Ambiente)

Tal como se habló en el apartado 5-2 “Políticas de descontaminación industrial” en los párrafos correspondientes a leyes, reglamentos e instituciones, en Colombia existen las normas aplicables al agua como recursos según su utilidad, definidas por el Ministerio de Agricultura en 1984, antes de la creación del Ministerio del Medio Ambiente. Sin embargo, éstas no son normas ambientales que consideran los cuerpos de agua como uno de los elementos valiosos en el medio ambiente de vida.

Por lo tanto, recomendamos al Ministerio del Medio Ambiente definir en la mayor brevedad posible las normas ambientales aplicables a nivel nacional. Estas deben ser normas recomendables para la preservación de los cuerpos de agua públicos no sólo para “proteger la salud humana” sino también para “preservar el medio ambiente de vida”. En otras palabras, se deben establecer valores concretos que deben dar cumplimiento, no sólo de las sustancias perjudiciales sino también para los parámetros que conciernen con el medio ambiente comunitario.

Dado que Colombia se caracteriza por las grandes variaciones topográficas y de la densidad demográfica, para la definición de las normas ambientales convendría agrupar los ríos, lagos, lagunas y mares de todo el país en unas cuantas categorías.

Cuadro 5-16 Resumen de las recomendaciones de políticas y estrategias para la descontaminación industrial

Items	Problemas actuales y tareas	Medidas propuestas
1. Instrumentos legales (1) Normas ambientales (2) Normas de descarga de aguas (3) Recaudación de tarifas	1) No existen las normas ambientales 2) Las normas estatales son ambiguas 3) Los estándares comunitarios de Bogotá son muy poco exigentes 4) Las normas son aplicadas también a la descarga de aguas en pequeña cantidad 5) No existe el control de la carga total de contaminantes 6) Las tarifas son aplicadas a los efluentes que cumplen las normas de descarga 7) El precio unitario corresponde al nivel más bajo del país 8) Sólo se toman en cuenta DBO y SS.	1) Definir las normas ambientales del país en la mayor brevedad posible. 2) Definir las normas locales coherentes con las normas nacionales 1) Modificar y aplicar los valores absolutos 2) Modificar y aplicar las normas equivalentes a la mitad del las actuales 3) Excluir de la aplicación la descarga de aguas residuales en pequeña cantidad 4) Estudiar las medidas de tratamiento de aguas residuales domésticas 5) Proponer las medidas de descontaminación principalmente en torno a las grandes empresas 1) Modificar y establecer que las tarifas serán aplicadas también a los efluentes que no cumplen las normas de descarga 2) Debe adoptarse el precio unitario propio de Bogotá 3) Es necesario tomar en cuenta también DQO y concentración de aceites.
2. Políticas (1) Apoyo financiero	9) Falta de incentivos estatales	1) Es necesario volver a aplicar las medidas de exoneración tributaria a la adopción de los equipos diseñados para prevenir la contaminación.
3. Campañas de promoción (1) Actividades del Estado (2) Santa Fé de Bogotá	10) Las actividades del Centro de Tecnología de Producción más Limpia (CP) sólo se desarrollan a nivel local 11) El Proyecto Ambiental Windows se haya eventualmente suspendido 12) Se desarrollan las campañas de descontaminación en torno a las PYMEs 13) Falta del nivel tecnológico de ACERCAR	1) Extender su ámbito de acción a nivel nacional con el respaldo del Ministerio del Medio Ambiente 2) Promover y reactivar el proyecto a través del Ministerio del Medio Ambiente 1) Crear la delegación de CP en Bogotá 2) Seleccionar los profesionales y especialistas de ACERCAR 3) Obtener la personalidad jurídica de ACERCAR

2) A nivel departamental

Como en muchos países europeos, en el Departamento de Cundinamarca, CAR ha definido las normas aplicables a las cuencas bajo su jurisdicción en 1987. Sin embargo, estas normas tienden meramente formalidades a la fecha.

Por lo tanto, se recomienda modificarlas manteniendo la coherencia con las normas

ambientales que serán definidas por el Estado. Si paralelamente otros departamentos van a definir normas similares, es importante realizar la coordinación pertinente para que las mismas sean afines. Esto es porque el Río Magdalena que confluye el Río Bogotá baña once departamentos hasta desembocar al Mar de Caribe.

(2) Normas de descarga de aguas

1) A nivel nacional (Ministerio del Medio Ambiente)

Tal como se describió anteriormente, Colombia cuenta con normas estatales de descarga de aguas residuales definidas por el Decreto del Ministerio de Agricultura de 1984. Estas normas reglamentan de manera detallada los ítems concernientes a la protección de la salud humana. Sin embargo, en cuanto a los ítems relacionados con “la preservación de medio ambiente de vida” prescriben que “que se debe eliminar X por ciento de la carga contaminante del efluente antes de descargar”, además que establecen diferentes niveles a los establecimientos industriales nuevos y existentes, lo que hace que estas normas sean sumamente ambiguas y parciales.

Por lo tanto, se recomienda modificarlas definiendo valores absolutos.

Por otro lado, en relación a los ítems de protección de la salud humana, se propone tomar como referencia las normas establecidas en Japón y otros países industrializados, donde se definen valores específicos y detallados para los diferentes parámetros como son los solventes organoclorados, agroquímicos, etc.

2) Santa Fé de Bogotá

La ciudad de Santa Fé de Bogotá cuenta con las normas de descarga de aguas residuales establecidas por DAMA a través de la Resolución 1074. Como regla general, las normas locales deben ser definidas sobre la base de las normas estatales, y establecer los valores concretos para dar cumplimiento a los requerimientos impuestos por el Estado o Departamento. En este caso, los valores establecidos para los ítems relacionados con la protección de la salud humana son muy similares entre las normas de Santa Fé de Bogotá y del Estado. Sin embargo, en lo que concierne con los ítems para la protección del medio ambiente de vida, debido a la ausencia de normas estatales, DAMA definió sus propias normas que son: 1,000 ppm para DBO, 2,000 ppm para DQO, y 800 mg/l para SS. Estas son poco exigentes en comparación con los estándares adoptados por Japón y por otros países europeos (Japón establece 160 ppm para DBO, 160 ppm para DQO y 200 mg/l para SS).

Tal como indicaremos más adelante, de los resultados de este estudio hemos llegado a la conclusión de que las normas vigentes en cuanto a DBO, DQO y otros parámetros para los sub-sectores textil, refinamiento de grasas y aceites y de producción de jabones, son muy poco exigentes, y aún satisfaciendo dichas normas no podría prevenir la contaminación industrial. Esta situación plantea la necesidad de fortalecer aún más las normas en el futuro. En el Cuadro 5-17 se hace una comparación de las normas de descarga de DAMA y de Japón, y más adelante se exponen las consideraciones que deben tomarse en el proceso de la elaboración de nuevas normas.

Cuadro 5-17 Comparación de las normas de descarga de DBO y DQO

		DBO (mg/l)	DQO (mg/l)	Aceite (mg/l)	SS (mg/l)
DAMA		1,000	2,000	100	800
Japón	Normas generales (aplicables a descarga de más de 50m ³ /día)	160	160	30	100
	Ley de alcantarillado	600	-	30	600
	Norma que requiere declarar la descarga al alcantarillado	300		30	300
Normas modificadas de DAMA (propuesta)		500	1,000	50	400

1. En las nuevas normas de descarga se debe definir los valores absolutos de las cargas ambientales. Es decir, se debe atribuir mayor importancia al impacto del volumen absoluto resultante de la concentración de contaminantes por el volumen de descarga, teniendo en cuenta que por más que se apliquen normas rigurosas, esto no resultaría efectivo si el volumen de descarga es insignificante (en el caso de las PYMEs), y evaluar si las normas vigentes son idóneas para aplicarse a la descarga de efluentes que superen un determinado volumen.

Como indicadores del volumen absoluto de las cargas contaminantes, en Japón se guían de las normas generales de descarga y del volumen mínimo sujeto a la aplicación de reglamentos. El volumen absoluto de las cargas contaminantes resultante de la multiplicación de estos dos factores es el siguiente. En Japón se toma este nivel de descarga como un criterio de reglamentación:

$$\text{DBO: } 160 \text{ mg/l} \times 50 \text{ m}^3/\text{día} = 8 \text{ kg/día}$$

$$\text{DQO: } 160 \text{ mg/l} \times 50 \text{ m}^3/\text{día} = 8 \text{ kg/día}$$

$$\text{Aceites: } 80 \text{ mg/l} \times 50 \text{ m}^3/\text{día} = 4 \text{ kg/día}$$

$$\text{SS: } 100 \text{ mg/l} \times 50 \text{ m}^3/\text{día} = 5 \text{ kg/día}$$

Los efluentes que cumplen con las normas vigentes de DAMA

alcanzarían los niveles de descarga de contaminantes arriba indicados cuando:

$$\text{DBO: } 8 \text{ kg/día} / 1,000 \text{ mg/l} = 8 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$\text{DQO: } 8 \text{ kg/día} / 2,000 \text{ mg/l} = 4 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$\text{Aceites: } 4 \text{ kg/día} / 100 \text{ mg/l} = 40 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$\text{SS: } 5 \text{ kg/día} / 800 \text{ mg/l} = 6.3 \text{ m}^3/\text{día}$$

Esto quiere decir que una planta que está descargando más de 4m³/día de efluentes, sin infringir las normas vigentes de DAMA, puede presentar cargas contaminantes que superen los niveles establecidos en las normas generales del Japón. Por lo tanto, se concluye que las normas actuales de DAMA no son lo suficientemente exigentes.

Además, de acuerdo con las normas de DAMA, se podría excluir de la aplicación de reglamentos la descarga de menos de 4m³/día. Las plantas cuyos efluentes estaban por debajo de 4m³/día, según sub-sectores fueron:

Textil: 0 (todas las plantas superaban los 4m³/día)

Refinamiento de grasas y aceites : 5 de las 8 plantas (63%)

Producción de jabones: 8 de las 10 plantas (80%)

2. También es necesario tomar en cuenta el factor de manejo de los tributarios del Río Bogotá. El Proyecto de Regeneración de este río supone que la calidad de agua que entra a los sistemas de tratamiento de aguas residuales desde los tributarios Salitre, Fucha, etc. sería de DBO 400 mg/lit, que es un nivel comparativamente más elevado que la calidad de agua actual (de 100 a 200 mg/l). Esto, en otras palabras, indica que los tributarios del Río Bogotá serán manejados como si fueran alcantarillado público. En el caso de adoptar este lineamiento, se debería aplicar las mismas normas de descarga de los efluentes industriales aplicadas al alcantarillado también a estas corrientes.
3. Otro factor que debe tomarse en cuenta es la capacidad de las empresas para cumplir con las nuevas normas. La mayoría de las fábricas de los sub-sectores objeto de nuestro estudio no pueden satisfacer ni siquiera las normas actuales de DAMA (que no son necesariamente exigentes), salvo las grandes empresas. Por lo tanto, sólo el establecer las normas más rigurosas no sería una solución realista y factible, puesto que las empresas se demorarán en tomar las acciones pertinentes.

Tomando en cuenta lo anterior, el equipo de estudio recomienda ir modificando gradualmente las normas actuales de la siguiente manera:

1. Primer paso: A corto plazo, obligar a las empresas a cumplir con las normas vigentes de DAMA.
2. Segundo paso: Tomando en cuenta que actualmente el Río Bogotá es manejado como si fuera el alcantarillado, a mediano plazo, se propone aplicar las normas de DBO 500, DQO 1000 y SS 400 mg/l que son niveles intermedios entre las normas aplicadas a los efluentes sujetos a la Ley de Alcantarillado, y los efluentes industriales sujetos a la obligación de declaración. Los valores equivalen a la mitad de los definidos por las normas vigentes de DAMA. En el caso de aplicar estos niveles, el número de las empresas que estarían cumpliendo con ellos serían:
 - Textil: 3 de las 7 empresas (43%)
 - Refinam. de grasas/aceites: 2 de las 8 empresas (25%. 40% de las plantas que actualmente descargan más de 4m³ /día de efluentes)
 - Producción de jabones: Ninguna de las 10 empresas (actualmente son dos las empresas que descargan más de 4m³ /día)
3. Tercer paso: A la larga, se debe definir las normas de aguas residuales industriales según como se propone manejar los tributarios del Río Bogotá. Si se les va a considerar como un río, se recomienda aplicar niveles semejantes a las normas generales de descarga establecidas en Japón.

Por otro lado, cabe recordar que las normas tanto estatales como locales (de Bogotá) son aplicables a todos los efluentes sin excepción e independientemente al volumen de descarga. Si consideramos que más del 80% de la contaminación por los efluentes industriales del Río Bogotá es causado por las treinta empresas más grandes, recomendamos que se den prioridad al control y medidas contra las empresas grandes, y dejar de aplicar las normas a las empresas que descargan pequeña cantidad de efluentes.

3) Control de carga total

Por otro lado, consideramos que es necesario realizar el control de la carga total de contaminantes del Río Bogotá, si tomamos en cuenta la situación actual de dicho río, el incremento de la población en los próximos años, puesto que el “Mega-proyecto” actualmente en ejecución y que incluye la construcción de la planta de tratamiento de las aguas residuales requerirá de más de 20 años para completarse. DAMA, para recaudar las tarifas de descarga de las aguas residuales, ha elaborado el plan de

descontaminación para los siguientes cinco años, en conformidad con la Ley 901/1997, proponiéndose reducir un 10% de la carga de los efluentes industriales a través de los esfuerzos del sector industrial. Este plan de mediano plazo reviste primordial importancia, y no debe quedarse en mera propuesta, sino que requiere planificar medidas concretas principalmente en torno a las grandes empresas.

En Japón, la Ley de Control de Contaminación de Agua establece la regulación de la emisión total a los cuerpos de agua cerrados regionales con el fin de reducir el volumen total de las cargas contaminantes. Actualmente, esta regulación es aplicada en la Bahía de Tokio, Bahía de Ise y al Mar de Setouchi, y un total de 21 prefecturas colindantes están realizando el control del volumen total de DQO. Las fuentes de contaminación (aguas residuales industriales, municipales, etc.) son monitoreadas estableciendo cada cinco años metas concretas de descontaminación.

A continuación se resumen los casos de implementación de la regulación de las aguas residuales industriales en Tokio.

Cuadro 5-18

Desglose de las empresas sujetas a la regulación de efluentes industriales en Tokio

Empresas sujetas a la regulación de la emisión total : 5,351	
Empresas que descargan los efluentes a los cuerpos de agua públicos (aplicación de normas de control de concentración) : 1,211	Empresas que descargan los efluentes al sistema de alcantarillado (con plantas terminales de tratamiento) : 4,140 (4,140)
Empresas sujetas a la regulación de la emisión total: 226 (35)	Empresas no sujetas a la regulación de la emisión total: 985 (442)

Notas)

1. Las cifras entre () corresponden al número de empresas que manejan las sustancias perjudiciales.
2. Las empresas sujetas a la regulación de la emisión total deben monitorear diariamente el nivel de DQO (kg/d, empresas que descargan más de 400m³/día), cada siete días (empresas que descargan entre 200 y 400 m³/día) o cada 14 días (empresas que descargan entre 100 y 200 m³/día), y archivar los datos por tres años.
3. Asimismo, estas empresas están obligadas a informar los resultados de medición a las autoridades correspondientes en el siguiente mes (empresas que descargan más de 400m³/día) o dos veces al año (empresas que descargan menos de 400m³/día).

En otras palabras, de las empresas descargadoras de los efluentes a los cuerpos de

agua públicos, poco menos del 20% de las empresas más importantes está sujeto a la regulación de la emisión total. Para ellas se establecen niveles específicos y concretos de descarga, los cuales son objeto del monitoreo individual. En el caso de aplicar un sistema similar en Santa Fé de Bogotá, sería pertinente seleccionar las primeras treinta o cincuenta empresas más importantes (que representan la mayoría de las cargas contaminantes evacuadas al medio ambiente de las fuentes industriales), como objeto del control prioritario, al que se llevará a cabo el control de concentración por cada fábrica, estableciendo la carga diaria permisible. Para el resto de las fábricas, se continuará realizando el control de concentración.

Sin embargo, tampoco esto es suficiente. Aparte de las fuentes industriales, la contaminación del Río Bogotá es ocasionada en más de 75% por la descarga de las aguas residuales domésticas.

Por lo tanto, es necesario establecer para estas aguas, una norma de control para los siguientes cinco años, y tomar medidas concretas. Considerando el incremento de la población en el futuro, proponemos estudiar políticas afines, como por ejemplo, condicionar a los proyectos de construcción de bloques residenciales, la construcción de una planta comunitaria (de tratamiento de aguas residuales).

(3) Recaudación de tarifas de descarga de aguas residuales

El Decreto Ministerial 901/1997 del Ministerio del Medio Ambiente establece que la descarga de las aguas residuales a los cuerpos públicos de agua, independientemente a su naturaleza (industrial o doméstica) y al volumen, queda sujeta al pago de tarifas a partir de 1999.

Las tarifas habían sido aplicadas hasta ahora, solamente a las aguas servidas que cumplieran con los estándares establecidos por la Ley 99. Más allá, no se recaudaban las tarifas.

En el caso de la ciudad de Bogotá, las tarifas se aplican solamente a las aguas residuales con una carga contaminante de menos de 20% (porque las normas establecen la obligación de eliminar más de 80% de la carga).

Por lo tanto, en el caso de la ciudad capital, el monto de recaudación sólo alcanza una cuarta parte al monto recaudable cuando se aplican las normas a todo el volumen.

Ante esta situación, y tomando en cuenta que las multas no han sido aplicadas hasta ahora a los infractores, muchos empresarios prefieren no cumplir con las normas establecidas y de esta manera no pagar las tarifas. Esto hace que las normas sean solamente teóricas.

Por lo tanto, proponemos que se elimine el límite de aplicación de las tarifas, y que se las recauden también de los responsables de la descarga de las aguas servidas que superan las normas establecidas.

Para el cálculo de las tarifas, en Bogotá actualmente se toma como base los precios unitarios (pesos/kg) en función de las cargas contaminantes, establecidos por el Ministerio del Medio Ambiente. De esta manera, la tarifa que se aplica es de 40 pesos/mes por cada ciudadano, y de 600 pesos/mes en caso de una empresa mediana o pequeña, lo que equivale sólo a 1% de la tarifa de agua potable. Si se toma en cuenta el estado actual del Río Bogotá, convendría aplicar no el estándar mínimo del Estado sino un precio más alto (norma estatal x coeficiente >1). Asimismo, considerando que para la tarifa de agua potable y saneamiento, se establece un precio unitario más alto para una carga mayor, y menos alto para una carga menor, también cabe estudiar la aplicación de un coeficiente mayor a las grandes empresas, y menor a las PYMEs y domicilios.

Además, para el cálculo de las tarifas vigentes se toma en cuenta solamente DBO y SS. Por lo general, el costo de operación de una planta de tratamiento de aguas residuales, que no incluye el tratamiento terciario (eliminación de fósforo, nitrógeno, etc.) es proporcional a la carga de DBO y SS, y por lo tanto, desde este punto de vista, es justa la aplicación del Decreto Ministerial 901 a las aguas residuales domésticas que sean descargadas a una planta de tratamiento. Sin embargo, en el caso de descargar directamente a los cuerpos de agua públicos, no sería justificable su aplicación a las aguas residuales industriales que con alto nivel de DQO y aceites además de DBO y SS.

Por lo tanto, se debe incluir además de DBO y SS, los parámetros de DQO y aceites que son fáciles de medir y de obtener datos cuantitativos.

En las plantas de tratamiento colectivo de efluentes industriales del Japón, se calcula el factor F (tarifa de carga) mediante la siguiente fórmula:

$$F = (DBO + DQO) / 2 + SS + 6 \times \text{aceites y grasas}$$

5-4-2 Políticas para la descontaminación industrial

(1) Apoyo financiero e incentivos

1) A nivel nacional

El apoyo financiero por parte del Estado a las medidas pro-ambientales es limitado en Colombia.

Si bien es cierto que los interesados pueden acceder al financiamiento del Estado a

través del IFI (Instituto de Fomento Industrial) para implementar los proyectos de mejoramiento de productividad, incremento de producción, fomento de exportación, medidas pro-ambientales, mejoramiento de la eficiencia energética, desarrollo de nueva tecnología y nuevos productos, etc., no existen incentivos específicamente orientados a las medidas ambientales, sino sólo medidas de exoneración tributario para la compra de los equipos de control de contaminación. Para Colombia que se ve obligado a depender de la tecnología extranjera para la prevención de contaminación, especialmente para los grandes sistemas, deseamos que se continúen aplicando los incentivos (exoneración tributaria) pese a las limitaciones financieras del gobierno, a manera de difundir esta tecnología.

2) Santa Fé de Bogotá

Para la ciudad de Santa Fé de Bogotá se desea que DAMA continúe destinando del 7 a 8% del presupuesto total institucional (de 150,000 millones de pesos) al apoyo de PYMEs. En relación con el presupuesto de IFI-DAMA, ante la limitación de incrementar el presupuesto total, es necesario estudiar si convendría o no la tasa de reducción de interés (modificar el porcentaje máximo de 5% a 8% a partir de este año) limitando el número de proyectos a financiar, para cuyos efectos se debe tomar en cuenta los intereses aplicados por los bancos comerciales y el número de proyectos que requieren de financiamiento, para poder tomar medidas acordes con la realidad.

(2) Sistema de selección de las fábricas designadas para el control de contaminación industrial

Un método eficaz de prevención de contaminación industrial es seleccionar las fábricas designadas para el control de contaminación, cuyo sistema se recomienda establecer tomando como referencia lo indicado en el apartado 5-2-2.

1. Designar las empresas que emiten una determinada cantidad de cargas contaminantes o más como “plantas especiales”, y obligarles a elaborar y entregar programa efectivo de descontaminación, y a informar el volumen de emisión de las cargas contaminantes.
2. Establecer el sistema de nombramiento de personas responsables de la prevención de contaminación. Asignar en cada fábrica designada una persona responsable que tome el liderazgo en las actividades de descontaminación.

También se propone excluir de la reglamentación la descarga de efluentes de menos de la cantidad preestablecida y que no contengan sustancias perjudiciales.

(3) Sistema de nombramiento de personas responsables de la prevención de contaminación

Se recomienda hacer nombrar a las plantas designadas las personas responsables de la prevención de contaminación. Con el fin de capacitar y formar estos responsables, una de las alternativas efectivas es establecer el régimen de certificación nacional a las personas calificadas.

Este es un sistema peculiar puesto en práctica en el sector industrial del Japón, y ha contribuido substancialmente en la prevención y disminución de la contaminación industrial. Conforme con la Ley sobre el Establecimiento de la Organización de Prevención de Contaminación en las Fábricas Designadas los responsables deben ser empleados de la fábrica designada que tengan la certificación estatal. En materia de la calidad de agua, cae sobre ellos la responsabilidad de evaluar las materias primas causantes de la descarga de efluentes, monitorear los puntos de descarga, y desarrollar las técnicas de mejoramiento, entre otros.

Para las PYMEs se aplica, por ejemplo, el sistema de nombramiento de personas responsables de la prevención de contaminación basado sobre las ordenanzas municipales de Tokio. Gracias a estos sistemas, en el Japón se logró reducir la tasa de incumplimiento de las normas concernientes a la protección de la salud humana (sustancias perjudiciales) de más 1% en 1970 hasta 0.01% a la fecha.

En el caso de implementar un sistema similar en Bogotá, se recomienda impartir inicialmente los programas de capacitación y asistencia técnica en materia de descontaminación a las personas registradas a través de ACERCAR o el Centro de Tecnología de Producción Más Limpia. Una vez difundidas las técnicas de prevención de contaminación, se podría establecer el sistema de certificación nacional a través de examen estatal.

(4) Sistema de reconocimiento de méritos en materia de la descontaminación industrial

Se recomienda establecer un sistema de reconocimiento de méritos de las empresas que han contribuido a la descontaminación ambiental o que invierten esfuerzos constantes en el control de contaminación, para que la población conozca sus méritos. Esto elevaría la moral de las personas que promueven las acciones pro-ambientales en las empresas.

El sistema será ejecutado hasta que se asienten las actividades de descontaminación, y que logren alcanzar los objetivos de la conservación ambiental.

5-4-3 Promoción del Plan de Fomento de la Descontaminación Industrial

(1) A nivel nacional

El Centro de Tecnología de Producción Más Limpia (CP) creado en Medellín con el apoyo de grandes empresas y otras entidades, se propone extender su ámbito de acción a nivel nacional, aunque todavía no ha llegado a esa altura. Está demás decir que las grandes empresas constituyen principales fuentes de la contaminación industrial, como vemos claramente en el ejemplo de la enfermedad Minamata del Japón, por lo que la posibilidad de que el CP llegue a ser un centro a nivel nacional constituye la clave de la descontaminación industrial en Colombia. Para que éste sea un centro nacional con hecho y derecho, es necesario que el Ministerio del Medio Ambiente tome la iniciativa y el liderazgo y dar el apoyo necesario, incluyendo el aspecto financiero.

El organismo de contraparte colombiana del presente Estudio, DAMA, por ser en esencia una institución administrativa, se ha visto limitado tecnológicamente en responder a los requerimientos del equipo de estudio, en términos de la “promoción de la tecnología de Producción Más Limpia”, y desde este punto de vista son grandes las expectativas que ponemos en el CP, que engloba los esfuerzos de los sectores industrial, académico y público, para que éste sea un centro nacional capaz de brindar servicios en todo el territorio colombiano.

El CP manifestó ir promoviendo el intercambio internacional, y en este sentido proponemos fortalecer el intercambio de informaciones y tomar los ejemplos de otras instituciones similares, incluyendo el Centro de Medio Ambiente creado en Chile en 1995 por el Comité Nacional del Medio Ambiente, con el apoyo del gobierno japonés. Y a la larga, esperamos que el CP sea uno de los principales promotores del Desarrollo Sostenible de la región centro y sudamericana.

El Ministerio del Medio Ambiente ha creado un nuevo órgano similar a ACERCAR de Bogotá denominado “Environmental Windows” para el apoyo a las PYMEs, cuyos servicios se habían iniciado en algunas ciudades. Si bien es cierto que este órgano se había propuesto inicialmente extender su ámbito de acción a todas las principales ciudades del país, su trabajo todavía no marcha sobre las ruedas, y su operación se halla eventualmente suspendida. También en este punto, esperamos que el Ministerio del Medio Ambiente tome la iniciativa para materializar los objetos propuestos.

En todo caso, si consideramos que el presupuesto total del Ministerio es sumamente limitado (aprox. 10,000 millones de pesos) comparado con el de DAMA, consideramos que el aumento del presupuesto ministerial constituye la primordial tarea que se debe abordar.

(2) A nivel de Santa Fé de Bogotá

Consideramos muy oportuno y adecuado que DAMA, a través de ACERCAR, esté promoviendo ambiciosamente las medidas de prevención de contaminación industrial orientadas a PYMEs, incluyendo el apoyo financiero. Sin embargo, por otro lado, no hemos visto iniciativas importantes y organizadas de las grandes empresas, por lo que consideramos pertinente que estas empresas encaren activamente la tarea de reducir la contaminación industrial. Esto es porque, tal como demuestra el hecho de que más de 80% de la contaminación industrial del Río Bogotá se atribuye a la descarga de efluentes de las grandes empresas, el impacto que tendría la iniciativa de estas entidades sería mucho más grande que la de las PYMEs. En otras palabras, las grandes empresas juegan un rol crucial para el alcance de los objetivos propuestos a mediano plazo en términos de la reducción de las cargas contaminantes. DAMA también debería dirigir y orientar en este aspecto a los industriales.

Para los efectos, consideramos que sería sumamente útil que el CP, que trabaja con las grandes empresas, abra su oficina local en la ciudad de Bogotá (o en la cercanía), bajo la dirección del Ministerio del Medio Ambiente, y coordinar las actividades con esta organización.

En cuanto a ACERCAR, sus actividades altamente apreciadas en el país, como lo demuestra el hecho de haber recibido el premio del presidente de la República. Sus servicios son realizados a través de los grupos de especialistas contratados para ese fin por un determinado período de tiempo. Sin embargo, cabe indicar que las empresas contratadas no siempre cuentan con el personal profesional completo y se observa que sus servicios tienden a enmarcarse a limitados campos. Por lo tanto, para la selección y contratación de la empresa ejecutora de servicios, es necesario tomar en cuenta la capacidad profesional y las experiencias acumuladas del personal en la especialidad correspondiente.

Dada la importancia de asegurar la continuidad y la perpetuidad de las medidas pro-ambientales, recomendamos, de ser posible, fijar los grupos profesionales a contratarse, para que ellos puedan dar suficiente dedicación al servicio que ofrecen. Una de las posibilidades sería que cuando el Environmental Windows llegue a ampliar su ámbito de acción a nivel nacional, se obtenga la personería jurídica como una organización de nivel nacional, e incorporar a ACERCAR a manera de perpetuar sus servicios.

5-4-4 Medidas de descontaminación industrial que deben tomar las instituciones administrativas

En los apartados del 5-4-1 al 5-4-3 hemos referido detalladamente sobre las recomendaciones de políticas y estrategias aplicables a nivel nacional y en la ciudad de Bogotá. Asimismo en el Cuadro 5-16 hemos entregado un resumen sobre este aspecto. Proponemos al Ministerio del Medio Ambiente y a DAMA tomar plenamente en cuenta estas recomendaciones, y en un marco de coordinación institucional, elaborar y poner en marcha en la mayor brevedad posible (antes de finalizar este año) el cronograma de ejecución de las recomendaciones.

Particularmente, DAMA deberá definir pronto la directriz sobre la modificación de las normas de descarga aplicable en Santa Fé de Bogotá, puesto que los proyectos de modificación estructural (proyectos de inversión) de las empresas deberán ajustarse a ellas.

Hemos entregado las recomendaciones específicas para cada sub-sector entre los capítulos 7 a 10 del presente informe. Además hemos adjuntado los casos de estudio de la tecnología de PML a modo de referencia. Estas recomendaciones no deben quedarse puramente teóricas, y los efectos de la descontaminación industrial depende de los esfuerzos que se inviertan en cada sector para poner en práctica estas recomendaciones. Para ello, las acciones que tomarán las instituciones administrativas, en este caso DAMA (y ACERCAR) revisten particular importancia. A continuación se describen estas acciones.

(1) Definición y comunicación de los lineamientos básicos de la descontaminación industrial

En primer lugar se deben definir los lineamientos básicos para la promoción de las acciones de descontaminación industrial en Bogotá y comunicar su contenido a todos los sectores industriales. Dado que el fortalecimiento de la reglamentación ambiental y el fomento del desarrollo industrial pueden ser de alguna manera incompatibles, estos lineamientos deberán ser discutidos con las autoridades de la Dirección de Industria de Bogotá y con los representantes del sector privado, y paralelamente analizar los siguientes ítems para formular un plan hacia el futuro:

1. Directriz de modificación de las normas de descarga industrial de Bogotá (especialmente los ítems relacionados con el medio ambiente de vida = estándares comunitarios)
2. Subsidios a las PYMEs: Uno de los temas importantes en la formulación de lineamientos es decidir sacrificar o ayudar a las PYMEs que se verán en aprietos cuando se apliquen las normas más estrictas de descarga de aguas

residuales. El equipo de estudio recomienda diseñar y aplicar incentivos a PYMEs en materia de la conservación ambiental, como describiremos en el siguiente apartado.

(2) Promoción de las medidas de descontaminación industrial de cada sub-sector

Las medidas de descontaminación industrial de cada sub-sector objeto de nuestro estudio serán promovidas de la siguiente manera. Proponemos aprovechar al máximo las funciones de ACERCAR como ente ejecutor de dichas medidas.

1. Organización del Grupo de Trabajo
2. Nombramiento de las personas responsables
3. Asesoramiento y promoción para la mejora de productividad
4. Apoyo financiero e incentivos
5. Reconocimiento de méritos y promoción publicitaria

A continuación se detallan sobre cada tema:

1) Creación del Grupo de Trabajo

Se propone crear el Grupo de Trabajo como un ente promotor de la ejecución de las recomendaciones. El Grupo estará integrado por los representantes de DAMA, ACERCAR, empresas objeto de auditoría detallada y de las diferentes asociaciones industriales, y su papel consistirá en comunicar los mensajes de las instituciones administrativas a los respectivos sectores y empresas, controlar e informar las acciones tomadas por los diferentes sectores y empresas, detectar y resolver los problemas.

2) Nombramiento de las personas responsables

DAMA y ACERCAR deberán nombrar el personal a cargo de cada sub-sector, quien controle la puesta en práctica de las recomendaciones formuladas por el equipo de estudio. DAMA deberá ordenar a ACERCAR para que éste asigne profesionales a cada sub-sector quienes asesoren concretamente a las empresas para la ejecución de las recomendaciones.

3) Orientación y promoción de las medidas de mejoramiento de productividad

Entre las recomendaciones formuladas en el marco del presente estudio, se incluyen las acciones de mejorar la productividad mediante el control de producción, como una de las técnicas de PML. Concretamente, se refieren al control de calidad y 5S. DAMA, a través de ACERCAR, deberá recopilar informaciones acerca de los

diferentes métodos de Control de Calidad, dar asesoramiento a las empresas y difundir dichos métodos

4) Apoyo financiero e incentivos

Los proyectos de equipamiento de las empresas objeto de la auditoría detallada que tengan por finalidad cumplir con las recomendaciones serán consideradas como “proyectos demostrativos”, y DAMA deberá facilitar a los empresarios correspondientes el acceso al financiamiento de FRATI, con la condición de hacer públicas y promover los buenos resultados que hayan alcanzado con ellos.

5) Reconocimiento del mérito e información pública

Ya hemos argumentado anteriormente sobre la necesidad de establecer el sistema de reconocimiento del mérito. DAMA deberá otorgar premios a las empresas que, mediante la ejecución de las recomendaciones, hayan logrado contribuir a la descontaminación y realizar la promoción publicitaria a manera de incentivar a otras empresas.

6) Estudio del proyecto del parque industrial

Hemos recomendado en el Capítulo 10 referente al sub-sector de la industria galvánica, impulsar el proyecto de construcción del parque industrial, y exponiendo las consideraciones que deberían tomarse al respecto. En el transcurso de los estudios pertinentes que se hagan con iniciativa de DAMA, ACERCAR y los empresarios, sugerimos a DAMA solicitar oportunamente la cooperación externa a otros países para el envío de especialistas que han participado en los proyectos similares y recibir la transferencia tecnológica en materia de la administración de los parques industriales.

(3) Repercusión del proyecto en todo el sector industrial

Una vez llevadas a cabo las acciones de descontaminación en los sub-sectores objeto del estudio, y obtenidos los resultados, se extenderá el apoyo técnico y apoyo a través de ACERCAR y FRATI a otros sub-sectores y de esta manera lograr la disminución de la contaminación en todo el sector industrial.

En la Figura 5-2 se presenta el cronograma de ejecución de las acciones.

Figura 5-2 Plan de las acciones que deben tomar las instituciones administrativas

Descripción		Organizaciones	Período de ejecución		
			A corto plazo (hasta 2 años)	Mediano plazo (3 ó 4 años)	Largo plazo (más de 5 años)
1. Definición de lineamientos básicos					
(1) Directriz de modificac.de normas de descarga de Bogotá		Dir. De Industria , asociación indust.	Definic. → ← Común.		
(2) Definición de lineamientos de apoyo a PYMEs		Dir. De Industria , asociación indust.	Definic. → ← Común.		
2. Definición y modificación de legislación					
(1) Normas ambientales	Normas ambientales nacionales	Ministerio del Medio Ambiente	Promulgación →	← Ejecución	
	Normas ambientales departamentales	CAR , Ministerio del Medio Ambiente	Promulgación →	← Ejecución	
(2) Normas de descarga	Normas de descarga nacionales	Ministerio del Medio Ambiente	Análisis de normas absolutas →	← Ejecución	
	Normas de DAMA (DBO, etc.) (Exclusiones)		Cumplimiento de normas vigentes →	← Adoptar valores que sean la mitad de las vigentes	← Normas meta para futuro
(3) Modificación de facturación	Eliminación de límites de aplicación	Ministerio del Medio Ambiente	Modificación → ←	Ejecución	
(4) Otros	Selección de fábricas designadas		Estudio y promulg. →	← Ejecución	
	Nombramiento de personas responsables		Estudio y promulg. →	← Ejecución	
3. Promoción de las medidas de descontam. subsectoriales					
(1) Organización de la entidad ejecutora	Organización del Grupo de Trabajo	ACERCAR , empresas modelo, asociación indust.	Selección	acción	
	Implementación	ACERCAR	Selección		
(2) Asesoría y promoción de técnicas de control		ACERCAR	Recoger inform. - asesoría	Promoción	
(3) Apoyo financiero	Financiamiento FRATI	Comité FRATI			
(4) Reconoc. De méritos y publicidad					
(5) Repercusión a todo el sector industrial					
4. Promoción del proyecto de construcción del parque industrial		ACERCAR , sub-sectores	Análisis →	← Diseño, const. Operac	← Mejoramiento

<Bibliografía >

“Cleaner Production-Advances and Perspectives, 1995-1998”, Ministerio del Medio Ambiente, 1998

“Follow up and Monitoring of Industrial Sector’s Effluent in Bogota”, DAMA, 1998

“Situación socioeconómica actual”, Association for Promotion of International Cooperation

CD-ROM “Environmental Legislation in Colombia”, DAMA, 1997

Leyes No. 99/1993, 23/1974 y otras de Colombia

Decreto Ministerial 1597/1984 del Ministerio de Agricultura, etc.

Resolución 2309/1986 del Ministerio de Salud, etc.

Decreto Ministerial 901/1997 del Ministerio del Medio Ambiente, etc.

Resolución 273/1997 del Ministerio del Medio Ambiente, etc.

Resolución 1074/1997 de la Alcaldía de Santa Fé de Bogotá

Resolución 1558/1998 de la Alcaldía de Santa Fé de Bogotá

Acuerdo 58/1987 de CAR, Colombia

“Cleaner Production-Advances and Perspectives, 1995-1998”, Ministerio del Medio Ambiente, 1998

“EL SALITRE”, Wastewater Treatment Plant BOT - resumen

“Rediscount for Micro & Small Company’s Environmental Reconversion in Bogota”

IFI-DAMA brochure

ACERCAR’s brochure

Cleaner Production Center’s brochure

FRATI operative regulation of director’s committee

IFI-DAMA application list studied by ACERCAR in 1999

Libro Blanco del Medio Ambiente - 1998 Ed. Agencia de Medio Ambiente

Interpretación de la Ley General de Medio Ambiente, Ed. Agencia de Medio Ambiente, Depto. de Planificación y Coordinación, Div. de Planificación y Coordinación

Futuro del Medio Ambiente Acuático, Ed. Agencia de Medio Ambiente, Depto. de Conservación de Calidad de Agua.

Libro Blanco del Medio Ambiente de Tokio - 1997, Ed. Dirección del Medio Ambiente de Tokio

Resumen de la Conservación Ambiental, Ed. Dirección del Medio Ambiente de Tokio
Sencilla interpretación de la Ley de Medio Ambiente, Toshio Suzuki

Generalidades de Contaminación, Takahiko Kimiya

CAPITULO 6
AUDITORIA DE FABRICAS

CAPITULO 6 AUDITORIA DE FABRICAS

La auditoría fue llevada a cabo en un total de 37 fábricas de los cuatro sub-sectores seleccionadas al inicio del presente Estudio, durante la primera y la segunda etapa del estudio en Colombia. En este capítulo se describen los procedimientos generales de la auditoría de fábricas, así como las normas de calidad de aguas residuales aplicadas en este estudio, la definición de los parámetros de análisis de los efluentes industriales y el método de recopilación de los datos básicos para el cálculo económico.

6-1 Metodología de la auditoría de fábricas

En las Figuras 6-1 (1) y (2) se muestran esquemáticamente los procedimientos de la auditoría de fábricas. En este estudio se realizó el diagnóstico general en la primera etapa y un estudio más detallado en la segunda fase. A continuación se entrega un resumen de la metodología aplicada en el estudio.

6-1-1 Diagnóstico de la situación actual

En la auditoría de fábricas es muy importante conocer con precisión la situación actual. El diagnóstico consiste en investigar la realidad de las fábricas objeto del estudio, a través de la preparación, envío y recuperación de las encuestas, visitas a las fábricas (para observar los equipos, las disposiciones, condiciones de operación, etc.), recolección de los datos e información de las fábricas (planos, registros, estadísticas, etc.) y conversaciones con el personal de las fábricas. Los resultados del estudio fueron resumidos en los siguientes documentos:

1. Perfil de la fábrica
2. Diagrama de flujo de las fábricas en general
3. Balance de materiales y de energía
4. Instalaciones y equipos de producción
5. Volumen de descarga de los residuos
6. Tecnología de control

Para la auditoría de la primera fase se destinaron un promedio de dos días por fábrica, mientras que para la auditoría detallada de la segunda fase, un promedio de diez días por fábrica.

Figura 6-1 (1) DIAGRAMA DE FLUJO DE LA AUDITORIA DE FABRICAS

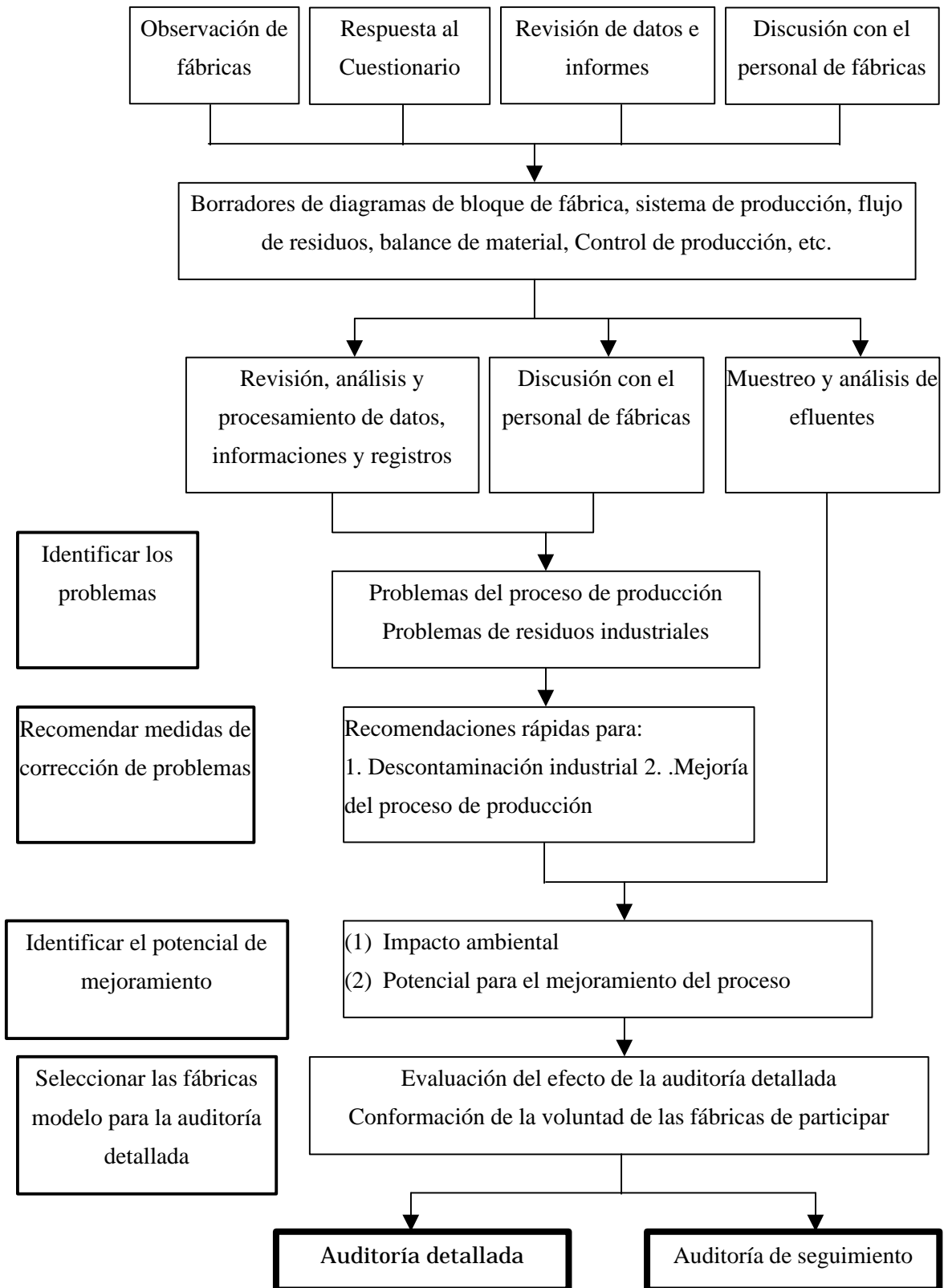
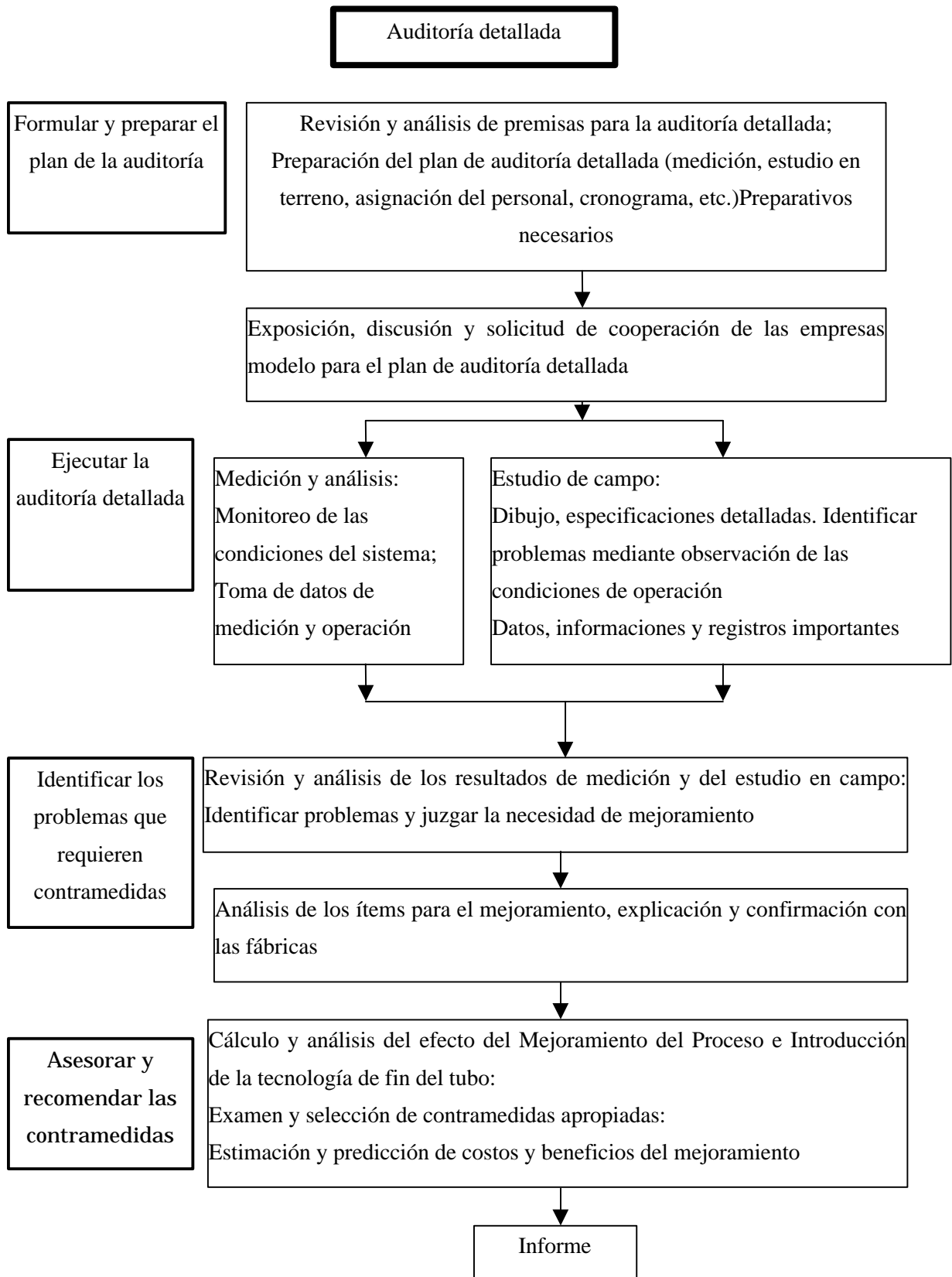


Figura 6-1 (2) DIAGRAMA DE FLUJO DE LA AUDITORIA DE FABRICAS



6-1-2 Identificación y análisis de los problemas

Se procura identificar los problemas sobre la base de los resultados del diagnóstico, y se analizan las posibles causas para clasificarlas en las siguientes categorías:

1. Problemas técnicos relacionados con el proceso de producción
2. Problemas técnicos relacionados con el proceso administrativo

6-1-3 Estudio de las medidas de mejora

Sobre la base del análisis de los problemas, se plantean las medidas correctivas. En este apartado, se describen las medidas correctivas clasificándolas en la tecnología de la producción más limpia (en adelante “PML”) y en la de final del tubo (en adelante, “FT”).

En este Estudio se plantearon algunas recomendaciones de descontaminación factibles con bajos costos durante la primera y la segunda parte del estudio en Colombia, las cuales fueron recopiladas como “Recomendaciones Preliminares (1) y (2)” y debidamente enviadas a DAMA y a las respectivas fábricas colaboradoras.

(1) Mejoría a través de la promoción de la tecnología de producción más limpia

De acuerdo con la definición dada por el Plan Ambiental de las Naciones Unidas (UNEP), PML es una tecnología que “permite elevar la eficiencia de producción y reducir los riesgos humanos y ambientales, mediante la aplicación continua de las medidas integrales de descontaminación en todo el proceso y todos los productos y servicios”. En este caso, las “medidas integrales de descontaminación” incluyen el ahorro de recursos y de energía, optimización de la descarga, recirculación de los recursos, y otros tantos esfuerzos orientados básicamente a contrarrestar todos los posibles despilfarros. Por lo tanto, la “promoción de la tecnología PML” es posible, no a través de la transferencia de la tecnología ya establecida como es FT solamente, sino de los incesantes esfuerzos cotidianos de las empresas para eliminar el derroche de energía y recursos.

La tecnología PML puede ser implementada en las empresas a través de una de las siguientes alternativas:

1. Introducción de nuevos procesos del tipo “ahorro de energía y de recursos” de elevada productividad y de reducida carga ambiental (esta alternativa requiere de elevado costo de inversión, ya que incluye la demolición de infraestructuras existentes)
2. Mejora de los procesos actuales

- (1) Readecuación parcial de los procesos, instalaciones y equipos
 - (2) Sustitución de las materias primas y secundarias
 - (3) Mejoramiento del método de operación
3. Reutilización y reciclaje de los residuos sólidos descargados del proceso de producción (incluyendo los productos que no corresponden a las especificaciones, etc.)

Considerando que cada una de las alternativas expuestas arriba requieren de diferentes montos de inversión, y presentan diferentes limitaciones y pérdidas, es necesario preparar un plan realista de corto, mediano y largo plazo acorde con la realidad y los proyectos de desarrollo disponibles de cada una de las empresas objeto del estudio.

En cualquiera de las alternativas anteriores, el “control” constituye un factor crucial. Para corregir los posibles despilfarros, es fundamental primero identificar las causas y problemas presentes a través de un estudio del sistema de control vigente. Si bien es cierto que el control de las plantas para elevar la productividad incluye el control de presupuestos, de venta, de asuntos financieros, etc., en el presente Estudio se investigará de manera prioritaria los siguientes temas relacionados con la introducción de la tecnología PML, para poder formular y arrojar las recomendaciones de mejoramiento.

- (a) Control de las materias primas
(estándares de materias primas, inspección de recibo, especificaciones de adquisición, eliminación de las materias primas no estandarizadas)
- (b) Control de procesos
(preparación de los datos básicos de procesos, balance de material y de energía, etc.)
- (c) Control de calidad
(cuantificación de las materias primas dentro de los productos y de los residuos)

(2) Mejoría a través de la tecnología de “final de tubo”

En este estudio es importante buscar la tecnología de PML que permita mantener o incrementar los ingresos de la empresa, y a la vez reducir la contaminación industrial. Sin embargo, es necesario tomar consciencia de que la reducción de la descarga de los contaminantes ambientales generados durante el proceso de producción no es posible solamente con la aplicación de la tecnología de PML, sino que se debe analizar la posibilidad de combinar la PML con FT.

Existen dos alternativas de aplicación de tecnología de FT a las empresas objeto del estudio:

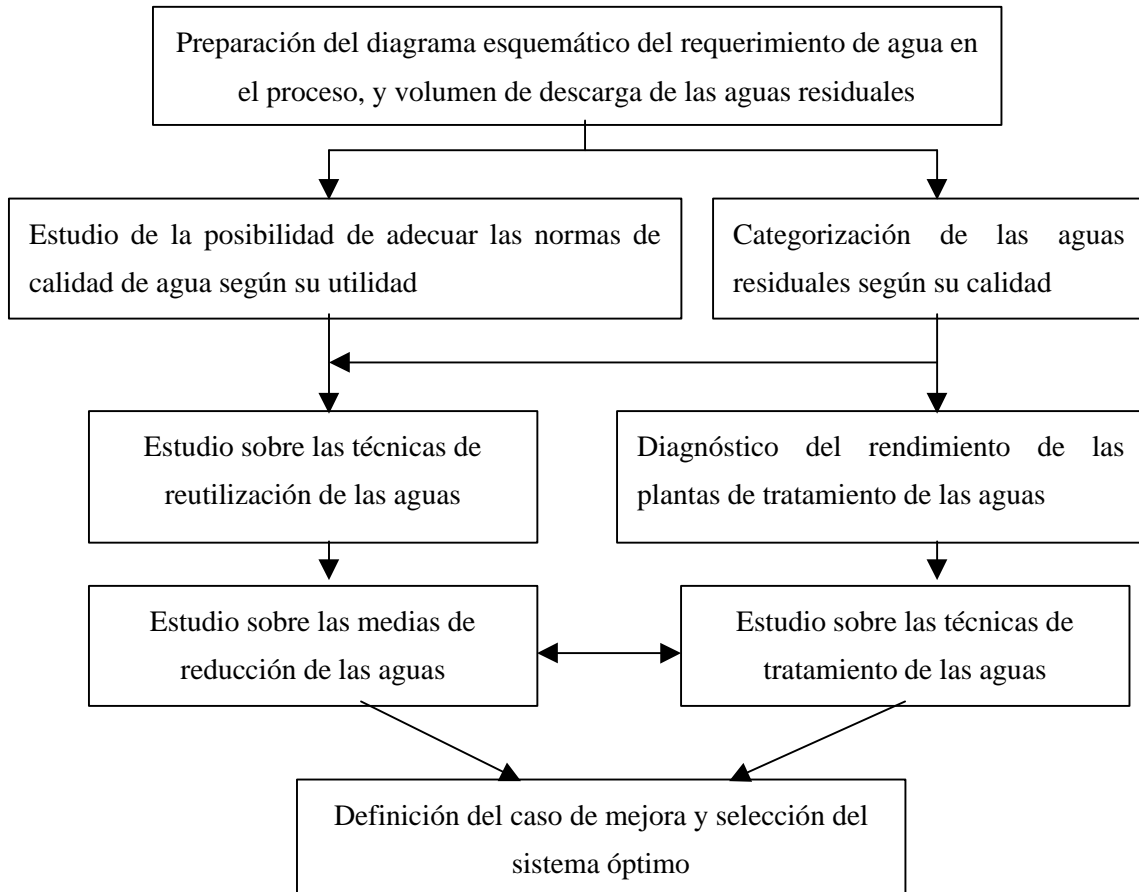
1. La primera consiste en reducir la descarga de los residuos sólidos solamente mediante la tecnología de FT, sin introducir la PML.
(Mejoramiento de las instalaciones existentes o construcción de las instalaciones de FT)
2. La segunda consiste en introducir la tecnología de PML, y aplicar la tecnología FT una vez que se logre reducir los residuos sólidos industriales hasta un determinado nivel con la primera.

Se estudiará la posibilidad de aplicar una de las dos alternativas, haciendo un análisis comparativo si es necesario.

(3) Análisis de efluentes

Aquí es importante estudiar la posibilidad de reducir el volumen de descarga. En la Figura 6-2 se muestran los procedimientos del estudio.

Figura 6-2 Procedimientos del análisis para la reducción de la descarga de las aguas residuales



- 1) Preparación del diagrama esquemático de la circulación de las aguas industriales y residuales

El proceso incluye el estudio del requerimiento de agua y el volumen de residuos líquidos, así como su calidad, para preparar un diagrama esquemático en el que se plasman los siguientes datos e informaciones:

1. Requerimiento de los diferentes tipos de agua industrial (agua de enfriamiento, pura, y otros tipos de agua requerido en la producción y de uso común)
 2. Requerimiento de agua según uso
 3. Calidad requerida según el tipo de agua (pH, conductividad eléctrica, dureza total, grasas, DQO, contenido de metales, etc.)
 4. Volumen del agua recuperada (de enfriamiento, agua condensada del vapor)
 5. Volumen de las aguas residuales (separación de las aguas residuales limpias y contaminadas)
- 2) Categorización de las aguas residuales según su calidad (las de buena calidad serán recirculables)
 - 3) Estudio de la posibilidad de adecuar las normas de calidad de agua según su utilidad
Este estudio tiene por objetivo analizar la posibilidad de recircular las aguas residuales, mediante la adecuación de las normas de calidad de agua.
 - 4) Diagnóstico del rendimiento de las plantas de tratamiento de las aguas residuales
 - 5) Análisis de las medidas de reducción de la descarga de las aguas residuales
Conocer el uso actual de las aguas, y analizar las siguientes alternativas para reducir la descarga de las aguas residuales:
 1. Implementación cabal del método de circulación del agua de enfriamiento indirecto
 2. Implementación del uso del agua condensada para el vapor de calentamiento indirecto
 3. Reducción del volumen de descarga de las aguas residuales mediante un control apropiado de requerimiento de agua
 4. Reducción de la descarga de las aguas residuales mediante el rediseño del sistema de lavado y el método de procesamiento de los productos.
 5. Análisis de la posibilidad de reutilización de las aguas residuales que no requieran de tratamiento.
 - 6) Estudio de la tecnología de reciclaje de las aguas residuales

Básicamente, las aguas de reciclaje deben satisfacer las normas establecidas sin necesidad de someterlas a tratamiento. Sin embargo, en el caso de disponer de las aguas residuales que sólo requieran de tratamiento simple, se estudiará la posibilidad de reciclar.

7) Estudio de la tecnología de tratamiento de las aguas residuales

Se estudiará la posibilidad de aplicar la tecnología de FT, sobre la base de los resultados del análisis de reciclaje de las aguas residuales según clases. Al reciclar las aguas residuales, se reducirá el requerimiento de agua; no obstante, al repetir el proceso, se irá incrementando la concentración de las materias contaminantes dentro del agua de reciclaje, habiendo necesidad de descargarla parcialmente.

8) Definición de casos y la selección del sistema óptimo

Se definirán los diferentes casos combinando las medidas de mejoramiento presentadas anteriormente junto con la modificación de los procesos de producción. Para cada caso se seleccionará, mediante el siguiente análisis rápido, el sistema óptimo capaz de generar mayores beneficios.

1. Estimación de los costos de construcción (rediseño de los procesos, construcción de los sistemas de tratamiento y reciclaje de las aguas residuales, etc.)
2. Estimación de costo (incremento o reducción de los costos de materiales primas, operación y mantenimiento, etc.)
3. Estimación de beneficios (incremento del requerimiento unitario, reducción del monto de contribución, recuperación de los recursos útiles, etc.)

6-2 Normas de calidad de aguas residuales industriales

Durante la presentación y discusión del Informe Inicial, se acordó entre el equipo de estudio y los funcionarios de DAMA que para este Estudio se aplicarán las normas de las aguas residuales industriales establecidas mediante la Resolución No. 1074 (1997) de DAMA. Por otro lado, en el transcurso del estudio, se decidió definir algunas normas virtuales para cada sub-sector a manera de formular recomendaciones más eficaces.

6-3 Análisis de calidad de aguas residuales

6-3-1 Análisis con el uso de equipos propios de la misión de estudio

Se realizó en el marco de este Estudio el análisis de la calidad de aguas residuales industriales haciendo uso de los equipos listados en el Cuadro 6-1, llevados por el

equipo de estudio.

Cuadro 6-1 Equipo para análisis de calidad de agua

No.	Nombre	Modelo	Usos
1	Analizador de calidad de agua	Horiba U-10	Análisis de pH, conductividad, oxígeno disuelto, turbidez y temperatura
2	Espectrofotómetro	Shimazu UV-1203	Análisis de iones en el agua (CN)
3	Analizador de contenido de aceite	Horiba OC MA-310 Horiba SR-300	Análisis de aceite en el agua Recuperación de solventes por OCMA-310
4	Medidor de DQO	Central Kagaku HC-507	Análisis de DQO _{Cr} en el agua
5	Balanza eléctrica	Shimazu BL-120H	Medida de peso de agua y reactivo

El No.1 es un equipo portátil utilizado en las etapas primera y segunda del estudio en Colombia, y los equipos del 2 al 5 fueron instalados en el laboratorio de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica) durante la segunda etapa de estudio.

En esta oportunidad se realizó paralelamente la transferencia de tecnología en el manejo de estos equipos al personal de DAMA.

6-3-2 Contratación del servicio local de análisis

Paralelamente al análisis realizado por el personal japonés con sus propios equipos, se contrató el servicio de INGENIERIA Y LABORATORIO AMBIENTAL LTDA (ILAM) para la toma de las muestras y análisis de las aguas residuales. Los parámetros incluidos en el servicio de ILAM son los que se detallan en el Cuadro 6-2.

Cuadro 6-2 Parámetros de análisis de agua residual

Parámetro	Textiles	Aceites y grasas	Producción de jabón	Galvanoplastia
Conductividad eléctrica	O	O	O	O
Turbidez	O	O	O	O
Aceites y grasas	O	O	O	O
DBO	O	O	O	O
DQO	O	O	O	O
Sólidos suspendidos	O	O	O	O
Nitrógeno total	O		O	
Cianógeno	O			O
Sólidos sedimentables		O		
Cromo total				O
Zinc				O
Cobre				O
Níquel				O
Estaño				O
Tenso-activos			O	
Fenol			O	

6-4 Costos de equipos y construcción

Para realizar la evaluación de las medidas de mejoramiento descritas en el apartado 6-1-3, es necesario hacer una estimación de costos requeridos, por lo que en este Estudio se recopilamos los datos que servirían de base para la estimación de costos cuyos resultados se resumen en el Cuadro 6-3. Cabe recordar, no obstante, que para el cálculo de los costos reales, es necesario tomar en cuenta el contexto específico de cada una de las fábricas, y aplicar las estimaciones dadas por las propias fábricas, además de los datos del Cuadro 6-3.

Cuadro 6-3 Costos de equipos

1. Materiales

Material	Especificación	Unidad de volumen (peso)	Valor unitario (peso)	Comentarios
(1) Bloque de concreto	20x20x40	1 pieza	1,160	
(2) Cemento	Cemento blanco 5000psi	1 kg 1 m3	700 240,000	
(3) Acero Estructural (Canal)	4"x4"	m	48,000	
(4) Lámina de acero	4ftx8ft (1.22mx2.44m)	m	50,600 40,000	Espesor: 20 18
(5) Tubo de acero Diámetro (C.S/SUS)	25 mm	m	5,500/17,000	Largo estándar: (6)m
	50 mm	m	8,800/27,600	
	100 mm	m	18,800/69,800	
(6) Válvula de paso (acero al carbón) Diámetro	25mm (1pulgada)	1 unidad	32,300	Bronce
	50mm (2pulgadas)	1 unidad	65,000	Bronce
	100mm (4pulgadas)	1 unidad	727,000	
	200mm (8pulgadas)	1 unidad	1,600,000	

2. Equipo

Equipo	Especificación	Valor unitario (pesos)	Nacional/Importado	Comentarios
Motor (salida)	0.75 kw	170,000	Nacional	3,600 rpm
	5.5 kw	498,000	Nacional	1,800 rpm
	11 kw	714,000	Nacional	1,800 rpm
Bomba centrífuga	50 GPM (190 L/m)	210,000	Doméstico	1.25x1, 1/3HP
	90 GPM (340 L/m)	395,000	Doméstico	1.5x1.5, 2HP
	20m ³ /hx2 kg/cm ²	2,386,000	Nacional	3HP motor y SUS 304 para agua
Compresor	15 HP 54.3 CF/M	3,485,000	Doméstico	No.IVA1.5m ³ /m
	10 HP 40.5 CF/M	2,950,000	Doméstico	No.IVA1.1m ³ /m

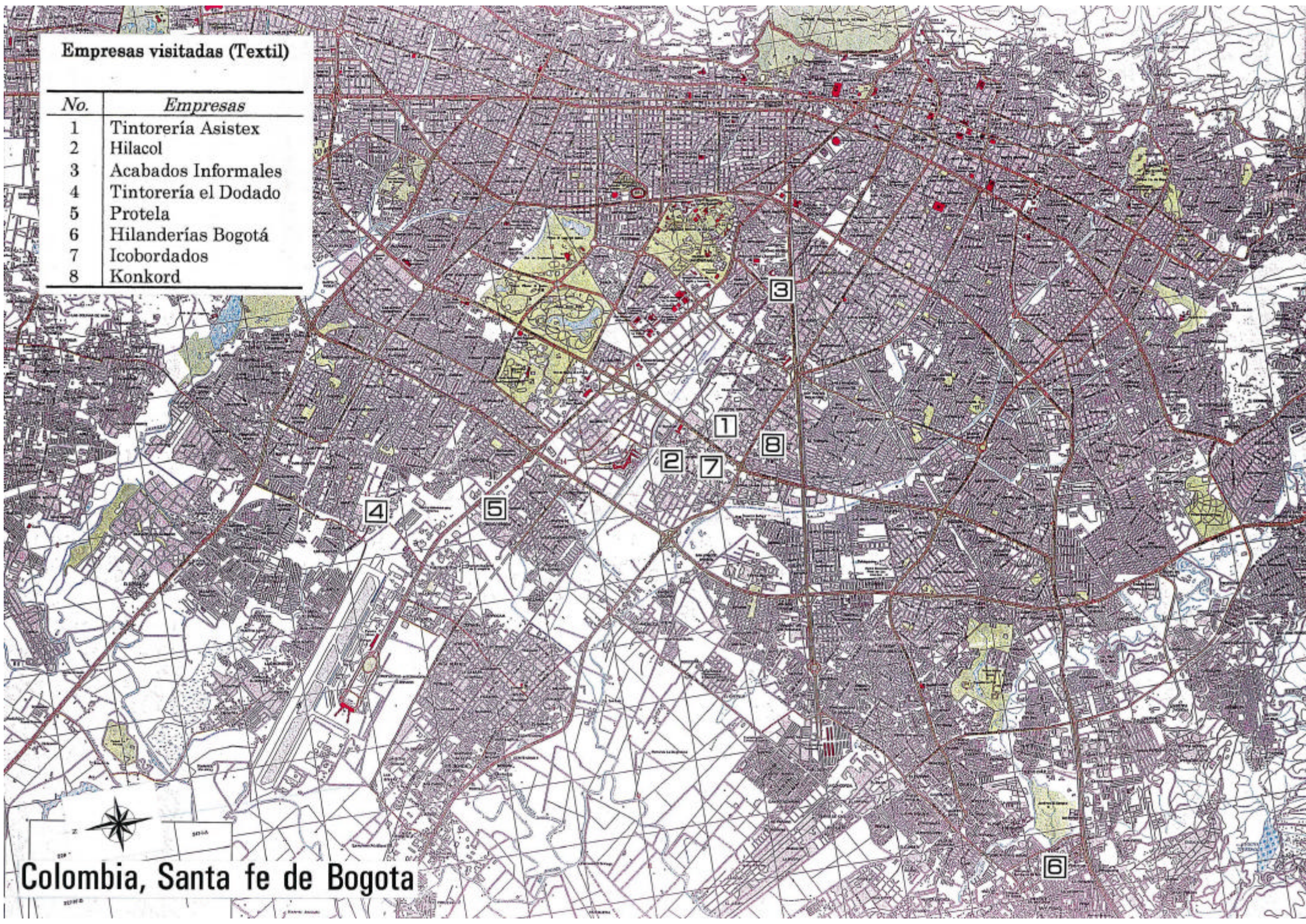
3. Seguro

Tipo	Prima
Seguro de Construcción	2 % de valor de edificación
Seguro de riesgos de trabajo	0.348-8.7%
Seguro de Equipos	4% de valor del equipos

CAPITULO 7
ANTEPROYECTO DEL PLAN DE DESCONTAMINACION
DEL SUB-SECTOR TEXTIL

Empresas visitadas (Textil)

No.	Empresas
1	Tintorería Asistex
2	Hilacol
3	Acabados Informales
4	Tintorería el Dodado
5	Protela
6	Hilanderías Bogotá
7	Icobordados
8	Konkord



Colombia, Santa fe de Bogota

CAPITULO 7
ANTEPROYECTO DEL PLAN DE DESCONTAMINACION
DEL SUB-SECTOR TEXTIL

7-1 Perfil del sub-sector textil

7-1-1 Empresas del sub-sector textil

El sub-sector textil se ve expuesto ante una severa recesión en estos últimos dos años, y no se ven indicios de recuperación.

En el diario “El Tiempo” del 10 de marzo de 1999, apareció una lista de las empresas que se vieron azotadas con grandes pérdidas en sus negocios, y entre las diez primeras se incluían tres compañías textiles. Como la segunda empresa con mayor pérdida figuraba “Coltejer” de Medellín (déficit de 73,128 millones de pesos), como la séptima estaba “Enka Colombia” la subsidiaria de “Enka”, la empresa textil mundialmente conocida (con déficit de 24,487 millones de pesos) y como la octava estaba la empresa de tejidos de Medellín (con déficit de 24,441 millones de pesos). Todo esto muestra cuán grande ha sido el impacto de la recesión económica que ha recibido el sub-sector textil. Se dice que la producción de este sub-sector en Santa Fé de Bogotá corresponde a menos del 50% de su apogeo.

Entre las principales causas de esta situación se mencionan las siguientes:

1. Pérdida del poder adquisitivo de los consumidores
2. Altos intereses (50% créditos de corto plazo, 40% de largo plazo)
3. Incremento de la importación de los productos textiles baratos
4. Importación ilegal de productos de los países asiáticos y otros
5. Pérdida de la fuerza competitiva de los productos nacionales en el mercado exterior en términos de precios (pero en términos de calidad, la competitividad es alta)

7-1-2 Posición del sub-sector textil en Colombia y en Santa Fé de Bogotá

La industria textil colombiana nace en Medellín a principios del presente siglo, y posteriormente se fue difundiendo hacia otras ciudades como Santa Fé de Bogotá, Barranquilla y Cali. La industria textil que comenzó con los productos de algodón, actualmente abarca cada vez más amplia gama de hilos, tejidos y géneros de punto de las fibras sintéticas de poliéster, nilón, acrílico, etc. La venta de la industria textil colombiana en 1997 alcanzó un total de US\$ 2,000 millones, siendo la fuerza motriz del desarrollo del segmento de confección que absorbe más de 100,000 empleados, y representa el 20% de la producción industrial del país.

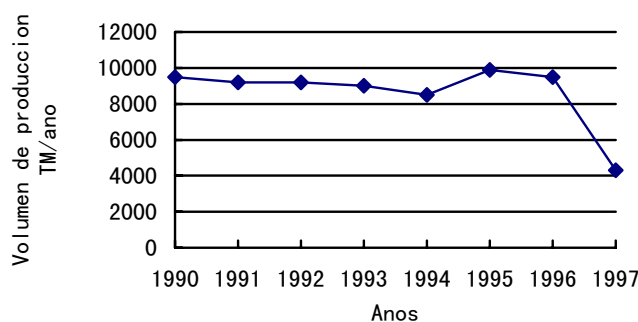
Las ciudades de Medellín y Santa Fé de Bogotá constituyen las principales bases de

la industria textil colombiana. En el caso de Medellín, las industrias son relativamente grandes y centralizadas, mientras que las de Santa Fé de Bogotá se caracterizan por la integración con el segmento de confección, y por su alto potencial de desarrollo gracias al fácil acceso a la información técnica sobre el procesamiento de las fibras sintéticas, etc.

Si bien es cierto que tradicionalmente el algodón constituía el núcleo del sector, el incremento de las fibras sintéticas y la reducción de la superficie cultivada de algodón a raíz de la violencia, el país se ha visto obligado a abastecer parte de la demanda con el algodón importado. Es así como ahora el poliéster es el que ocupa el primer rubro del sector.

La Figura 7-1 muestra la evolución de la cosecha del algodón. Se observa que la cosecha se ha visto reducido en 1997 hasta el 70% de su apogeo.

Figura 7-1 Evolución de las cosechas de algodón ¹⁾



7-1-3 Mercado nacional textil

El consumo per cápita de los productos textiles es de aprox. 5 kg. que se traduce en el consumo total anual de 180,000 TM. En los Cuadros 7-1 y 7-2 se muestra el comportamiento de consumo de los productos textiles en Colombia.

Cuadro 7-1 Consumo según material¹⁾

Tipo de fibra	Consumo / año TM	Tasa (%)
Algodón	99,000	55.1
Filamento de poliéster	31,200	17.3
Fibra de poliéster	20,600	11.4
Fibra acrílica	10,500	5.8
Nilón	10,000	5.6
Lana	3,400	1.9
Lycra	3,000	1.7
Fibra celulosa	2,100	1.2
Total	179,800	100

Cuadro 7-2 Consumo según utilidad¹⁾

Usuario final	Tasa (%)
Indumentaria	76.2
(Tejido	45.1)
(Género de punto	37.1)
Mueblería	15.5
(Tejido	12.0)
(Género de punto	3.5)
Industrial	8.3
(Tejido	6.9)
(Género de punto	1.4)

7-1-4 Comercio exterior

Las figuras 7-2 y 7-3 muestran las estadísticas del comercio de los productos textiles en los últimos años. El rubro de telas se caracteriza por un exceso de la importación después de 1993; mientras que la exportación se mantiene a un nivel constante, la importación muestra una tendencia ascendente. En cuanto al rubro de confección, la exportación es mucho más dinámica que la importación, aunque la diferencia tiende a reducirse año tras año. Se prevé que esta tendencia se mantendrá en los próximos años, y se perciben grandes preocupaciones entre los industriales nacionales.

Figura 7-2 Estadísticas comerciales de los productos textiles (telas)³⁾

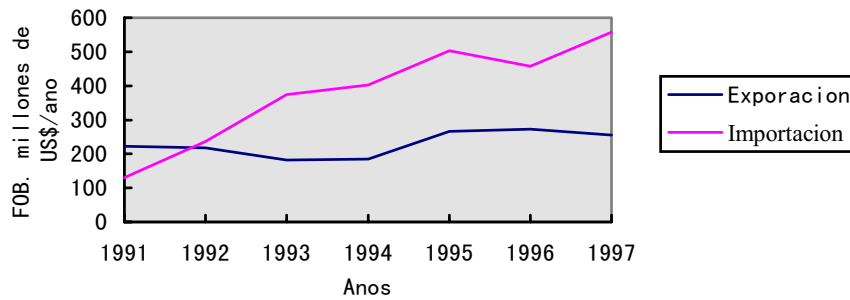
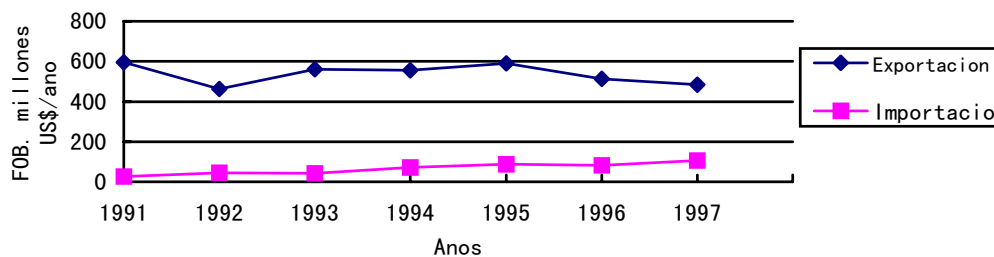


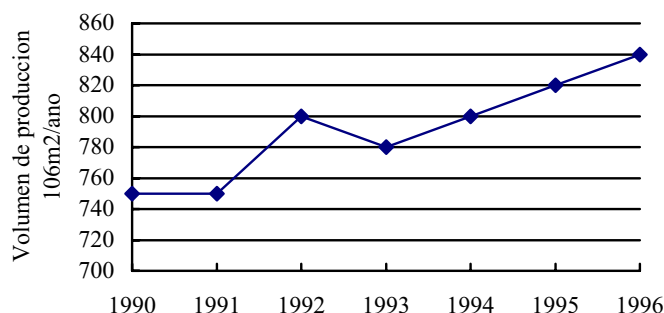
Figura 7-3 Estadísticas comerciales de los productos textiles (indumentarias)³⁾



7-1-5 Producción textil

La Figura 7-4 muestra la evolución de la producción del sector de telas en los últimos años. Hasta 1996 se observa que el crecimiento ha sido constante, pero después de 1997 la producción se ha visto reducida de manera acelerada, aunque no se dispone todavía de cifras estadísticas reales.

Figura 7-4 Evolución de la producción de la sección de telas



Existe un equilibrio entre la producción y consumo actual de los productos textiles en Colombia. De acuerdo con las estadísticas, la producción total a nivel de telas es de 836,000,000 m²; 194,000,000 m² son exportados, pero también existe una importación de 206,000,000 m², lo que compensa la exportación. La mayoría de las fibras sintéticas como acrílico y spandex es importada.

En el Cuadro 7-3 se muestra la producción del sub-sector textil de Santa Fé de Bogotá según materiales. Podemos observar que predomina el poliéster y después el algodón.

Cuadro 7-3

Volumen de producción según rubros de la industria textil en Santa Fé de Bogotá (TM/día en 1997) ²⁾

Tipo de fibras	Tejido	Género de punto	Total	(%)
Poliéster	20,076	6,888	26,964	43.00
Algodón	2,448	13,560	16,008	25.50
Acrílico	6,556	3,876	8,021	12.85
Nilón, nilón /Lycla	720	4,416	5,136	8.27
Poliéster /algodón	1,156	1,560	2,712	4.37
Otras mezclas	480	1,788	2,268	3.62
Acetato	864	180	1,044	1.66
Lana	408	48	456	0.73
Total	30,300	32,316	62,616	100.00

7-1-6 Empresas del sub-sector textil

En el Cuadro 7-4 se muestra el número de las empresas del sector de tejidos y de géneros de punto, que conforman el núcleo de la industria textil de Colombia, según

ciudades y su respectivo volumen. Medellín representa el 49% y Santa Fé de Bogotá el 39% del volumen de producción total. En el Cuadro 7-5 se muestran el número de empresas y el volumen de producción del sector de confección, según ciudades. En este segmento, Santa Fé de Bogotá se sitúa en el primer lugar tanto en el número de empresas como en el volumen de producción.

Cuadro 7-4 Número de empresas textiles según ciudades y su producción ¹⁾

	Medellín	Bogotá	Otras	Total
Número de empresas	136	167	28	331
Producción (10 ⁶ m ² /año)	399	322	90	811
Productividad (%)	49%	39%	12%	100%

Cuadro 7-5 Número de empresas de confección según ciudades y su producción¹⁾

	Medellín	Bogotá	Otras	Total
Número de empresas	84	89	8	79
Producción (106m ² /año)	37	75	12	124
Productividad (%)	30%	60%	10%	100%

Este estudio fue enfocado únicamente a las fábricas de tintorería de la ciudad capital, proponiéndose a reducir la carga contaminante de las aguas residuales descargadas al Río Bogotá. En la ciudad existen actualmente unas 80 empresas del sector de telas (sólo se incluyen tejido y géneros de punto, quedando excluido el segmento confección), tal como se muestra en el Cuadro 7-6. La mayoría de ellas son pequeñas y medianas. Las primeras ocho empresas (con capacidad instalada de más de 250 TM/mes) representa el 60% de la capacidad productiva total; si a esto se agregan las 15 empresas con capacidad instalada de entre 200 y 50 TM/mes, las 27 primeras empresas representan el 85% de la productividad total. El 15% restante está constituida por 53 empresas pequeñas y microempresas de menos de 50 TM/mes. Además, existen 70 tintorerías sólo de confección.

Los establecimientos se concentran en un 70% en la zona industrial Puente Aranda, en el centro de la ciudad, mientras que el restante en las zonas industriales del oeste y del sur.

Cuadro 7-6 (1)

Lista de las empresas de teñido (tejido y género de punto) de Santa Fé de Bogotá²⁾

Capacidad de producción TM/mes	Empresas		Número de empresas	Capacidad de producción total
400 ~ 550	1. Protela	4. Textilia	6	3,010
	2. Lafayette	5. Colortex		
	3. Manufacturas Eliot	6. Hilacol		
250	1. Textiles Miratex	2. Tintreria Asitex	2	500
De 120 a 190	1. Textiles konkord	4. Poltex	5	775
	2. Hilanderias Bogota	5. Tintreria el Dorado		
	3. Hilanderias Fotobon			
De 50 a 90	1. Tintex	6. Tapisol	10	235
	2. Textiles Romanos	7. Hilat		
	3. Hilaturas Sinteticas	8. Textiles Ascot		
	4. Hilos Aguila	9. Win Lon		
	5. Swantex	10. Hilacolor		
Empresas no registradas	1. Confection del Oriente	3. Textalia	4	235
	2. Ganitex Ltda	4. Natesa		
Total de las empresas de más de 50TM/mes			27	5,100

De 30 a 40	1. Encajes	6. Tintorería Industrial	9	
	2. Temecal	7. Richi		
	3. Cintalast	8. Cermot		
	4. Jomican	9. Tenitex		
	5. Texlana			
De 10 a 25	1. Isacryl	11. Nacional de Trenzados	20	
	2. Temecal	12. Industrias real		
	3. Indartes	13. Medias Italianas		
	4. Fieltores y Partes	14. Incolmedias		
	5. Estanpados la Floresta	15. Medias Caron		
	6. Estanpados Ferraro	16. Donatex		
	7. Coltehilos	17. Rascheltex		
	8. Coltinturas	18. Bordicol		
	9. Cousin de Colombia	19. Profilact		
	10. Textiles Grancolombia	20. Manufacturas Saxony		
De 01 a 7	1. Industrias Falka	13. Supertex	24	
	2. German Alvarez y Cia	14. Terciopelos y Peluches		
	3. Velamex	15. Hurquer Ltda		
	4. Novanylon	16. Super Boton		
	5. Textiles Ultrachic	17. Jaime Camacho		
	6. Engitex	18. Ramirez Gilberto		
	7. Tintreria Iris	19. Pascuas Millar		
	8. Alfitex	20. Icoborados		
	9. Creaciones Periquita	21. M.P Bordados		
	10. Ind Chicco	22. Masias Luz Mery		
	11. Confecciones GoGo	23. Potes Ana Maria		
	12. Cootextil	24. Nevatex Ltda		
Total de las empresas de menos de 50TM/mes			53	655
Total global			80	5,755

En la primera etapa del estudio, se realizó la auditoría en 8 empresas que figuran

en el Cuadro 7-7, seleccionadas por DAMA. Estas son: 6 empresas con capacidad instalada de más de 50 TM/ mes, una empresa de menos de 50 TM/mes y una empresa de teñido de indumentaria. Por otro lado, para la segunda etapa del estudio en Colombia se seleccionaron dos de las ocho anteriores.

Cuadro 7-7 Empresas objeto del primer estudio

Empresas	Producción (TM/mes)	Empleados	Uso de agua (m ³ /día)	Notas
Tintorería Asistex	250	190	800	
Hilacol	430	380	1200	
Acabados Informales		35	150	Jeans
Tintorería el Dodado	120	90	500	
Protela	550	400	1800	
Hilanderías Bogotá	180	400	160	Hilos acrílicos
Icobordados	25	300	100	Bordado
Konkord	195	70	1200	

7-1-7 Expectativas para el futuro del sub-sector textil de Colombia

Como vemos en el Cuadro 7-2 anterior, el consumo del sub-sector textil colombiano depende en gran medida del rubro de indumentaria (76.2%). Si comparamos con el comportamiento de consumo de EE.UU., Europa y de Japón, se prevé que la estructura de consumo de Colombia experimentará un cambio hacia el futuro. Concretamente, el consumo de las fibras de uso industrial y de decoración interna incluyendo muebles y cortinas se verá incrementado hasta un 30%.

Asociada con esta tendencia, sin duda el mercado exigirá el uso de la tecnología de procesamiento vanguardista y estético, junto con productos de alta calidad. Es importante también invertir esfuerzos en el desarrollo e investigación de nuevas técnicas y nuevos productos con alto valor agregado. En relación a este punto, tampoco se debe descuidar el sistema de capacitación y formación de personal ingeniero y operario.

La Asociación de la Industria Textil de Bogotá ha dado las siguientes prioridades a los proyectos de inversión:

- Prioridad 1: Reducción de costos de producción
- Prioridad 2: Mejoramiento de productividad
- Prioridad 3: Mejoramiento de calidad
- Prioridad 4: Desarrollo e investigación de nueva tecnología y nuevos productos
- Prioridad 5: Rápida respuesta a la demanda del mercado
- Prioridad 6: Conservación ambiental

7-2 Situación actual de la tecnología de producción del sub-sector textil

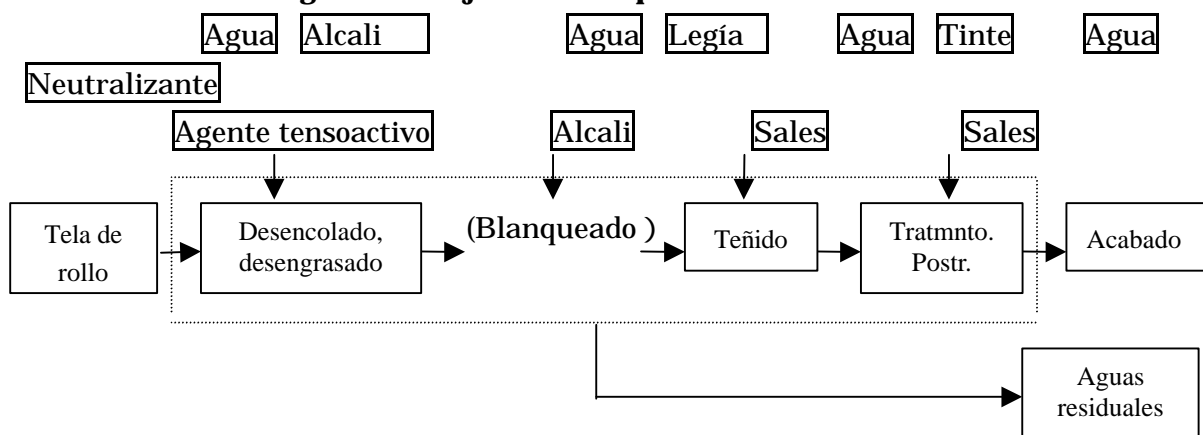
7-2-1 Tendencias y situación actual de la tecnología adoptada por las empresas del sub-sector textil

(1) Características del proceso de teñido

Generalmente las fábricas de tintorería en Colombia son medianas y pequeñas. También en el caso de la tinte de telas (tejidos y géneros de punto), sólo existen tres líneas continuas de alta productividad en Medellín, mientras que el resto de las líneas son del tipo teñido por lotes (batch). Por lo tanto, tal como se observa en el Cuadro 7-6, todas las fábricas existentes en Santa Fé de Bogotá son medianas y pequeñas y operan el sistema de teñido por lotes.

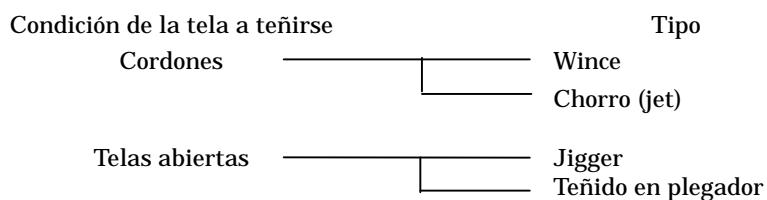
En la Figura 7-5 se muestra el diagrama de flujo básico de los procedimientos de tinte. La mayoría de las tintorerías colombianas trabajan con un sólo equipo desde el “desencolado y desengrasado” hasta el “tratamiento posterior”.

Figura 7-5 Flujo básico del proceso de la tinte



(2) Tipo de equipos de teñido

Los equipos de tintorería tipo “batch” de telas se clasifican en los siguientes tipos:



La mayoría de las fábricas estudiadas utilizan máquinas de teñido de cuerdas (90% del total), tradicionalmente del tipo “wince” y recientemente del tipo chorro. Las máquinas del tipo chorro se comenzaron a utilizar desde hace unos diez años. Este tipo de máquinas son constantemente mejoradas y renovadas por los fabricantes, por lo que los usuarios normalmente procuran introducir modelos más recientes. Se ha observado incluso el caso de una fábrica que tenía máquinas de más de tres

marcas diferentes, o de distintos años de fabricación, que parecía una sala de exposición de máquinas de teñido.

La mayoría de los equipos son europeos o norteamericanos, aunque también se observaron las marcas de Japón, Taiwan y Hong Kong. A excepción de las máquinas de teñir telas, para hilos se utilizan las máquinas de teñido “cheese dyeing” para poliéster, y las máquinas de teñido en suspensión de madejas para acrílicos. En el Cuadro 7-8 se muestra el número de máquinas según tipo, instaladas en las tintorerías estudiadas.

Cuadro 7-8 Número de equipos instalados en las fábricas estudiadas según tipo

Tipo	Cant.	
Wince	23	La mayoría de los equipos son hechos en Colombia, hace más de diez años. Salvo los que tienen uso específico, casi todos los equipos están fuera de uso.
Chorro	55	Las principales marcas son: Then, Theis (Alemania), Brazoil (Italia), Scholl (Suiza), Atyc, C-TEX (España), AFGC (Inglaterra), Hisaka (Japón), Roat-Steam, GusTM (EE.UU.), Itm (Israel), Asia-Kingdom (Taiwan), Fong's (Hong Kong)
Plegador	8	Máquinas de teñido de telas abiertas
Tipo jigger	3	Máquinas de teñido de telas abiertas
Máquina de cheese dyeing	6	Máquinas de teñido de hilos
Suspensión de madejas	6	Máquinas de teñido de hilos

(3) Descripción detallada del proceso de teñido

1) Tasa de baño de tinte)

La tasa de baño de tinte (tela/líquido) es uno de los parámetros más importantes para evaluar las máquinas de teñido. Las máquinas del tipo wince tiene una relación de 1/25, mientras que las del tipo chorro caracterizado por su baja tasa de baño de tinte, tiene una relación de 1/10 en el caso de los modelos de hace diez años, y de 1/6 en los modelos recientes. También se encontró que una empresa había comprado un “Air-Flow” que es el modelo más reciente de la marca Then, y que utiliza el flujo de aire, cuya tasa de baño de tinte es de 1/3.

2) Colorantes y productos químicos

Colorantes: Para el algodón se utilizan normalmente los colorantes reactivos y directos, y parcialmente los colorantes de azufre. Para el teñido de poliéster, se utilizan principalmente los colorantes de dispersión. Para el nilón, se utilizan los colorantes ácidos.

Productos químicos: Como oxidante para el blanqueo se utiliza el peróxido de hidrógeno. Como neutralizador de álcali se utiliza normalmente el ácido acético. Como agente auxiliar (sal neutro) para colorante reactivo se utiliza comúnmente la sal de mesa.

3) Sistema CCM (Computer color matching)

El uso del sistema de igualación de colores computarizado (CCM) es todavía limitado, y la mayoría de las tintorerías realizan manualmente la labor. La adquisición de equipos costosos resulta ser difícil para las empresas pequeñas.

4) Recuperación térmica

El agua de enfriamiento calentada en el proceso de teñido es parcialmente reutilizada como agua industrial, aunque también existen empresas que todavía no hace uso suficientemente eficaz del calor. Casi no se realiza la recuperación térmica de las aguas residuales, ni del gas de escape de los secadores.

(4) Problemas de técnicas de producción

1) Tono, manchas y mugre

Los tonos, manchas y mugre son problemas básicos de las técnicas del teñido, de los que tampoco se escapan las fábricas investigadas en el presente Estudio. Entre las principales causas se mencionan los siguientes problemas técnicos:

- Deficiencia de las técnicas de igualación de colores;
- Falta de uniformidad de la calidad de las telas;
- Enredo por la deficiencia de las especificaciones de las máquinas
- Condiciones inadecuadas de operación (sobrecarga, etc.)
- Mala calidad de agua, etc.

Dado que la calidad de agua incide directamente a la calidad del teñido, es importante mejorar el proceso del tratamiento de agua cruda (eliminación de hierro, etc.), selección de materiales en las líneas de reciclaje, etc.

2) Dosificación de los productos químicos

En el teñido, debido a que es necesario controlar la concentración de los productos químicos para mantener la concentración requerida del baño de tinte, la modificación de la tasa de baño de tinte incide directamente a la dosis de estos productos. Generalmente los equipos antiguos requieren de una dosis alta de productos químicos puesto que la tasa de baño de tinte es alta. Existen algunas empresas que desean recuperar estos productos. Esta tarea constituye un tema interesante de investigación para el futuro, aunque en la actualidad es imposible.

3) Recuperación térmica

Pese a que la recuperación térmica es un tema importante para reducir el costo, dado que las tintorerías consumen una gran cantidad de calor, aún no se ha

difundido suficientemente la tecnología en este campo. Por lo tanto, como el primer paso, se recomienda difundir las técnicas del aprovechamiento térmico del agua de enfriamiento en el proceso de teñido, recuperación térmica de efluentes y de la purga de vapor, conservación de calor de las tuberías, y otras medidas relacionadas con el ahorro energético en diferentes aspectos.

4) Uso de agua

Dado que la tarifa de agua en la ciudad de Bogotá es elevada (1,500 pesos/m³), el ahorro de este recurso constituye un tema importante para reducir el costo de producción. El uso de las máquinas de teñido de baja tasa de baño de tinte es la solución más eficaz. También existen otras medidas como la reutilización del agua de enfriamiento en los procesos (paralelamente con la recuperación térmica), reutilización del agua de lavado final para el desgrasado, etc. La recuperación de agua con el uso de RO es una tecnología novedosa, aunque todavía no se ha llegado a difundir.

7-2-2 Tendencias del Japón y de otros países

(1) Tendencia de PML en las plantas de teñido del Japón

La industria de teñido es uno de los mayores consumidores de energía y de agua. También consume y descarga gran cantidad de productos químicos y agentes tenso-activos. Hasta ahora el sector no ha provocado grandes problemas de contaminación de agua que afecte a un elevado número de población, puesto que el consumo de energía y de productos químicos no llega a tal nivel que ponga en peligro la salud o la vida humana, además tampoco usa productos químicos perjudiciales. Sin embargo, el sector encubre factores latentes de contaminación como es el uso de una elevada cantidad de sustancias orgánicas e inorgánicas, descarga de agua con sustancias orgánicas en el proceso del lavado de las materias primas, etc. De no tomarse medidas oportunas, el sector podría traer grandes impactos negativos sobre el medio ambiente global. Dado que muy difícilmente se reduciría la demanda del mercado, sin lugar a duda éste constituye uno de los sectores que requieren de tecnología de PML. Actualmente, las empresas japonesas encaran ambiciosamente el desarrollo y adopción de esta tecnología.

La mayoría de los procesos de teñido requiere de agua, por lo que la reducción del uso de agua constituye la clave para reducir los residuos orgánicos e inorgánicos, a la par de ahorrar la energía en todo el proceso de producción. El mejoramiento de la eficiencia de producción y la reducción del uso de los productos químicos inciden

directamente a incrementar los beneficios. Por lo tanto, los procesos y los equipos que apuntan a ello, son incorporados ambiciosamente en la tecnología de PML. Evidentemente, la inversión para la automatización de sistemas traería un avance importante en la implementación de esta tecnología.

Las instituciones administrativas están enfocando su interés en la PML, y se intenta reducir el uso de los diferentes elementos, o a modificar el mismo proceso de producción a través de los reglamentos de control de descarga de aguas y de contaminación de aire.

Dado que el teñido es un sub-sector que forma parte de la industria textil, las empresas son en su mayoría pequeñas o medianas, y su base administrativa es vulnerable. Esto hace que las empresas no puedan comprar o adoptar equipos y procesos que no les resulten rentables, habiendo necesidad de tomar en cuenta este factor para el desarrollo de nuevos equipos y procesos.

En el Cuadro 7-9 se entrega una lista de los principales equipos y procesos desarrollados y puestos en práctica hasta la fecha.

Cuadro 7-9 Equipos y procesos de producción más limpia⁴⁾

Equipos y procesos para la producción más limpia	Ahorro energía	Ahorro de agua	Reducción contaminantes	Entorno laboral	Ahorro m. de obra	Mejora calidad	Inversión
1.Sist.de lavado de alta eficiencia							L
2.Sist. de baja tasa de líquido							M
3. Sistema de alta presión y desengrasado continuo							L
4. Sistema de alimentación continua material crudo							M
5. Higrómetro y termómetro sin contacto							S
6. Secador de microondas							M
7. Secador de alta presión							M
8. Steamer de alta temperatura							M
9.Blanqueo Cold Batch							S
10.Teñido por Cold Pad Batch							S
11.Deshidratador por succión y dispersión							S
12. Secador tipo Multi-cnveying							M-L
13.Sistema de CCM							S
14. Sistema de medición automática de colorantes y químicos							S-M
15. Sistema de control concentrado							S
16. Sistema de recuperación de soda cáustica							S
17. Sistema de recuperación de calor residual							S
18. Colorante de dispersión de álcali							-
19.Colorante de dispersión de hidrólisis de álcali							-
20. Colorante relativo multifuncional							-
21. Recuperación y reuso de PVA							S

Inversión: L: grande M: mediana S: pequeña

El sub-sector de teñido se encuentra atravesando una fase de transición decisiva debido a las dos crisis petroleras ocurridas en el pasado, y al cambio del entorno mundial representado por el rápido incremento de la producción de fibras sintéticas de Taiwan y Corea. Los empresarios japoneses han buscado salida a esta situación, lanzando productos con valor agregado cada vez más alto, aunque la competencia es cada vez más fuerte y la situación sigue siendo severa para ellos, quienes deberán continuar racionalizando aún más su proceso de producción.

Ante esta situación, las tareas que deben abordar las plantas de teñido en los próximos años son cuatro:

- 1) Ahorro de energía
- 2) Procesamiento de productos de alto valor agregado
- 3) Flexibilidad para responder al cambio de la demanda en términos de materiales y variedades
- 4) Un sistema de control cabal

Para el caso específico de las máquinas de teñido por chorro objeto de este Estudio las medidas necesarias son:

- | | |
|--------------------------|--|
| 1) Ahorro de energía: | Baja tasa de baño de tinte, racionalización de la fuerza humana, mayor rapidez |
| 2) Mayor valor agregado: | Dar nueva estructura y nueva función al producto para que tenga un acabado peculiar y mayor categoría
Eliminar los problemas mecánicos y de operaciones |
| 3) Flexibilidad | Mayor utilidad y respuesta más rápida |
| 4) Control | Automatización, mejoramiento de reproductividad y homogeneizar las máquinas |

La exigencia del mercado en términos de velocidad del trabajo, ahorro de energía y mejoramiento de calidad de las máquina de teñido por chorro es cada vez mayor. Para responder a esta demanda, no sólo se debe solucionar los aspectos mecánicos, sino que constituye un factor muy importante la investigación global de diferentes componentes, incluyendo colorantes, agentes auxiliares, tejidos, géneros de punto, etc. En cuanto al proceso de procesamiento, es necesario tomar medidas integrales desde el pre-tratamiento hasta post-tratamiento.

(2) Tecnología de ahorro de energía

En este aspecto constituyen temas de investigación: el desarrollo de equipos orientados a un mayor ahorro energético y de productos de mayor utilidad y valor agregado; mejoramiento de productividad y de calidad. En otras palabras, es necesario establecer “un sistema integral de ahorro energético” en cada planta. Para

ello, es necesario “reducir la tasa de uso de los recursos (energía, productos químicos y colorantes) dentro del costo de procesamiento”. Los métodos son dos:

1. Mantener el mismo nivel de producción, y eliminar el despilfarro y desuniformidad de energía para reducir los costos de producción.
2. Mantener el mismo nivel de consumo energético, y elevar la productividad para reducir el costo de producción unitario (por cada metro o kg.)

A continuación se describen paso por paso las medidas orientadas al ahorro de energía.

1) Primer paso de ahorro de energía

Se debe desglosar el consumo de energía según su uso, estudiar la eficiencia de inversión, a la par de revisar y detectar los posibles despilfarros ocurridos en los equipos existentes y desafiar al límite de los mismos. El primer paso para resolver el problema sería, por lo tanto, conocer el comportamiento del consumo de energía de la propia empresa.

Los siguientes cuatro puntos constituyen las claves para conocer el rendimiento real de los equipos existentes y desafiar al límite de los mismos:

1. Bajar la tasa de baño de tinte de las máquinas de teñir
 - (a) Reducir al mínimo el volumen del baño
 - (b) Aumentar el volumen de uso (reducción de la tasa relativa de baño)
2. Relación entre la humedad y la velocidad del secado
 - (a) METSUKÉ, y regulación del caudal de aire
 - (b) Variación de la velocidad de acuerdo con la humedad
3. Volumen de agua y eficiencia de lavado
 - (a) Acortar el tiempo de lavado hasta el límite tolerable de firmeza
 - (b) Estudiar el volumen óptimo de agua y de productos químicos, y reducir el volumen recomendable
 - (c) Prevenir el despilfarro de energía térmica
 - (d) Hermeticidad de las máquinas
 - (e) Prevenir la descarga del calor
 - (f) Revisar la fórmula de teñido y la temperatura de procesamiento
4. Revisión de la eficiencia de la caldera

2) Segundo paso de ahorro de energía

El segundo paso consiste en elaborar un plan concreto de ahorro de energía e implementarlo. Para los efectos, es necesario tomar en cuenta los siguientes cinco

puntos:

1. Ahorro de energía mediante renovación de equipos e instalaciones
2. Ahorro de energía mediante racionalización de procesos
3. Ahorro de energía mediante mejoramiento de procesos
4. Ahorro de energía mediante renovación de procesos
5. Ahorro de energía mediante reprocesamiento, y reducción de ocurrencia de accidentes

3) Tercer paso de ahorro de energía

El tercer paso consiste en recuperar la energía hasta ahora no aprovechada. Para los efectos se debe tomar en cuenta los siguientes seis puntos. Es importante considerar plenamente las condiciones de reutilización de la energía recuperada.

1. Recuperación de la energía térmica de drenes de alta temperatura
2. Recuperación de la energía térmica de los efluentes de temperatura mediana y alta
3. Recuperación o reutilización de la energía térmica del agua de enfriamiento
4. Recuperación de la energía térmica del soplado de calderas
5. Recuperación de la energía térmica del vapor de alta temperatura
6. Recuperación de la energía térmica del gas y aire de escape

4) Ejemplos concretos de ahorro de energía

Sobre la base de los lineamientos propuestos, mencionaremos a continuación algunos ejemplos concretos que ya se han puesto en práctica:

(a) Ahorro del tiempo de tratamiento

En cuanto al ahorro del tiempo de tratamiento, la tendencia es racionalizar los procesos mediante la adopción del proceso continuo o semicontinuo con el uso de grandes máquinas. Para acortar el tiempo de tratamiento por lotes, se está utilizando la tecnología compuesta de aceleración (denominada teñido rápido) y de elevación de los efectos del tratamiento.

a) Teñido rápido

A partir del desarrollo de las máquinas de teñido por circulación de tinte, se difundieron las técnicas de ahorro de energía y tiempo mediante el incremento de la frecuencia de la circulación de baños, incremento de la capacidad del intercambiador del calor, mejoras del equipo de drenaje de aguas residuales calientes, cambio de colorantes y de los productos químicos. Ante la necesidad de mejorar las técnicas de teñido de las fibras de poliéster, cuya velocidad de dispersión

de colorantes en las fibras es muy baja, los fabricantes de colorantes han desarrollado las técnicas propias de tratamiento en relación con el tipo de colorantes. Los productos aptos para el teñido rápido, desarrollados por las diferentes marcas, presentan las siguientes características, entre otras:

1. Alta compatibilidad entre los colorantes al mezclar.
2. Alta homogeneidad (migración y cobertura).
3. Buen grado de build-up
4. Alta estabilidad de dispersión.
5. Facilidad en la reproducción de colores
6. Alta firmeza.

Otro factor importante en el teñido rápido es la selección de los agentes auxiliares que favorezcan la migración de los colorantes para controlar la generación de manchas. Asimismo, para las fibras de poliéster se utilizan los portadores para acelerar el proceso y homogeneizadores para facilitar la migración. Diversas marcas han lanzado al mercado los estimulantes que contribuyen, junto con la renovación técnica de los equipos, al desarrollo de la tecnología del teñido rápido.

b) Tecnología de mejora de los efectos de tratamiento

Actualmente, diferentes grupos de investigadores están realizando estudios en los siguientes temas:

1. Tratamiento de plasma: racionalización mediante oxidación directa de PVA, ahorro de tiempo de desgrasado y blanqueo
2. Tratamiento ultrasónico: lavado efectivo y aceleración de difusión de colorantes
3. Aplicación del tratamiento por microondas para el calentamiento: ahorro de tiempo de desgrasado, mejor fijación de colorantes, y secado efectivo
4. Tratamiento magnético de agua: Mejor fijación de colorantes, asentamiento homogéneo de colorantes y fibras
5. Tratamiento por haz electrónico: dotación de funciones especiales

(b) Compresión del rango de temperatura de calentamiento

Es importante procurar minimizar la temperatura de calentamiento, no sólo para acortar el tiempo de tratamiento, sino también para ahorrar energía.

a) Elevación de la temperatura de agua cruda

El calentamiento preliminar del agua a suministrar a la máquina de teñir permite acortar el tiempo requerido para el calentamiento durante el proceso. Como fuente de energía para el calentamiento preliminar, es fundamental recuperar el calor de las aguas residuales que son descargadas del mismo proceso, y utilizar el calor excedente de la planta. Otra alternativa sería utilizar el calor remanente de las fábricas cercanas, la energía solar, etc.

b) Tecnología de tratamiento a baja temperatura (método de teñido por lotes por furladeaje en frío - "cold pad-batch")

<1> Blanqueo por "cold pad-batch"

El tratamiento por lotes es un método efectivo para ahorrar energía y productos químicos. El proceso consiste en sumergir las telas en el blanqueador de peróxido de hidrógeno y dejarlas dentro de la cámara de aislamiento térmico. Posteriormente, se lavan las telas. Este método ofrece las siguientes ventajas:

1. Ahorra la energía térmica.
2. Permite blanquear el material con equipos simples y a un costo de productos químicos que iguala al de blanqueado continuo.
3. El método es sencillo y no requiere de tecnología sofisticada.
4. Presenta alto rendimiento en la eliminación de restos de algodón.
5. La reducción de la resistencia de las fibras celulósicas es mínima.
6. Al tratar el material a baja temperatura, casi no se producen arrugas.

<2> Teñido por cold pad-batch

Al igual que el blanqueado en frío, este método permite ahorrar el agua con un sistema sencillo, y es aplicable a los tejidos, toallas y géneros de punto. No se trata de una tecnología reciente, pero ha sido evaluada por las siguientes ventajas:

1. Consume poca energía.
2. Por la alta tasa de fijación de los colorantes, presenta bajo grado de coloración de las aguas residuales.
3. Al trabajar a la temperatura ambiental, el material es menos rígido al tacto.
4. Permite trabajar en pequeños lotes, y requiere poca cantidad de agua para el lavado de los equipos.
5. Permite ahorrar agua, puesto que el proceso de teñido requiere de muy poca cantidad de agua.
6. Dado que no agita las telas a alta temperatura, genera pocos residuos de

lana e hilos.

7. Es necesario seleccionar los colorantes idóneos puesto que los colorantes se coagulan fácilmente en el baño. Otra desventaja es que en los tejidos densos, se producen frecuentemente manchas lineales en la superficie.

(c) Termómetro de lectura a distancia y sistema de control de humedad

Con el método tradicional que consiste en medir la temperatura interna del equipo, se suele ajustar la temperatura a un nivel más alto que lo requerido para que las telas alcancen en mayor brevedad la temperatura requerida. Sin embargo, desde el punto de vista de la estabilización de calidad y de ahorro de energía, se hizo necesario medir la temperatura del mismo material a teñirse. Es así como se desarrolló la tecnología de medición del rayo infrarrojo emitido de las telas (calor de radiación), que permite ajustar la temperatura apropiada a través del tratamiento de la fase gaseosa.

Por otro lado, en el sistema tradicional había sido difícil medir a tiempo real y de manera continua la humedad del material en proceso de tratamiento continuo. Como solución a este problema, recientemente ha sido desarrollado el sistema que mide la humedad del material aprovechando la variación de la fase y del potencial eléctrico de las microondas de alta frecuencia.

Al instalar estos dos aparatos a los secadores o a las máquinas de ajuste térmico (heat setting machine) para controlar la temperatura y la humedad, se hizo posible tratar el material en óptimas condiciones, y ahorrar la energía térmica que hasta ahora se consumía más de lo necesario para garantizar cierta seguridad. Esto contribuyó también a reducir la disipación térmica al área de trabajo, y por ende, mejorar las condiciones laborales.

(d) Recuperación térmica del efluente

Tal como se mencionó en el apartado del ahorro del tiempo de elevación de temperatura, para el ahorro de la energía es fundamental utilizar racionalmente la energía térmica de los efluentes. Descargar directamente el efluente caliente no sólo significa derrochar la energía térmica, sino que eleva la temperatura de las aguas residuales industriales. Al realizar el intercambio térmico entre el agua industrial y el efluente de temperatura alta y mediana en los procesos, se lograría recuperar el calor residual y al mismo tiempo, reducir la temperatura de las aguas residuales industriales. Esto es útil también para reducir el exceso de temperatura de las aguas residuales para el tratamiento biológico.

En la Figura 7-6 se presenta el flujo del proceso de recuperación térmica del efluente. El efluente que sale de la máquina de teñir es separado en el efluente de baja temperatura (de menos de 50°C) y en el que mediana y alta temperatura (de más de 50 °C), los mismos que son conducidos y almacenados en los respectivos fosos. Luego el efluente de temperatura mediana y alta es bombeado al termocambiador de placas donde se realiza el intercambio térmico con el agua de proceso. El afluente enfriado aquí a menos de 40°C, junto con el efluente de baja temperatura es conducido a la planta de tratamiento de aguas residuales o se descarga directamente fuera de la fábrica. El agua de proceso calentado en este proceso es almacenado en un tanque para ser posteriormente abastecido al proceso de teñido, o se le da otra utilidad.

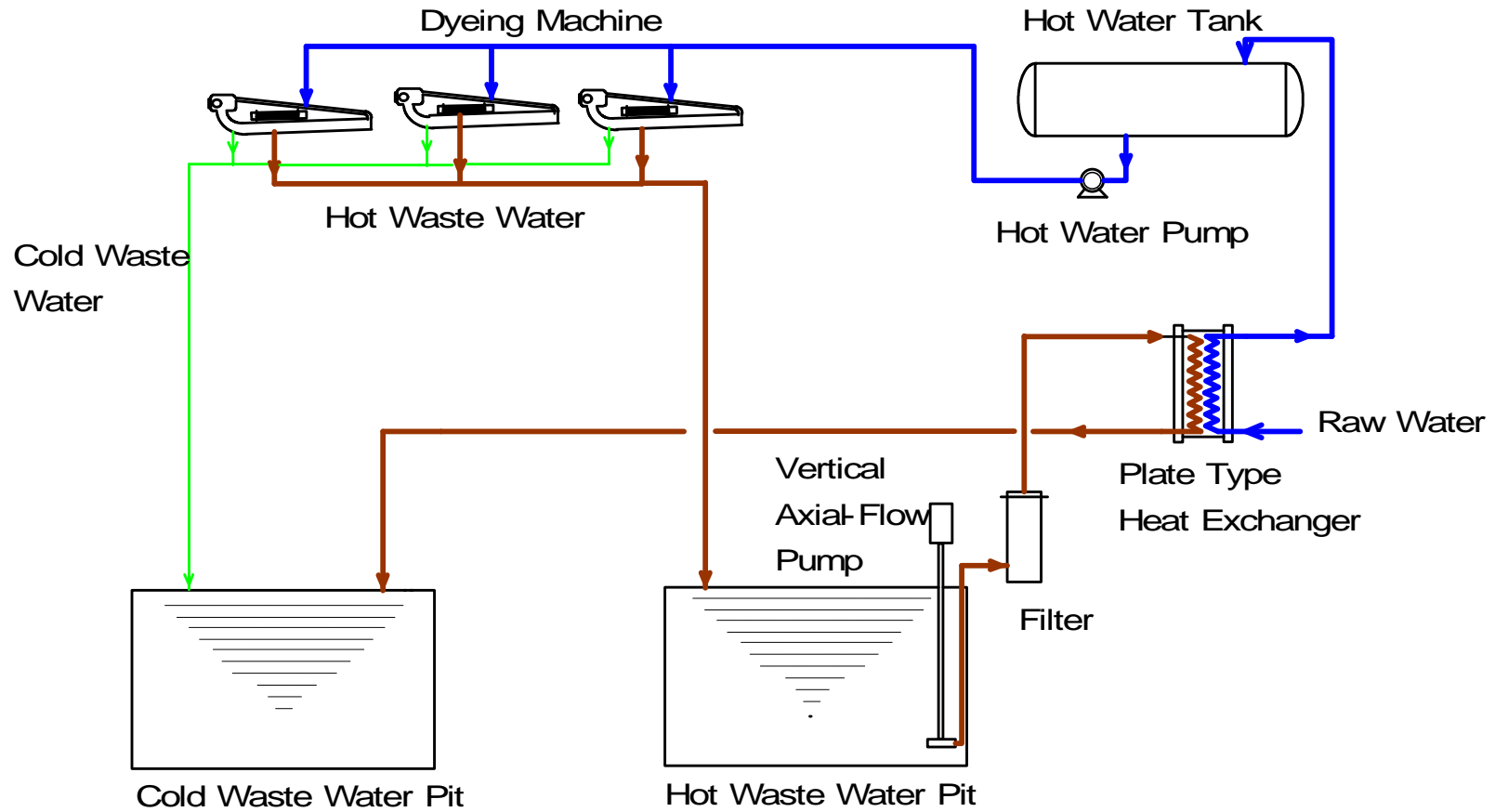
(3) Tecnología de ahorro de recursos

La tecnología de ahorro de recursos representativa en la tintorería es la reducción de la tasa de baño de tinte y de la dosis de los agentes auxiliares mediante el uso de colorantes mejorados. El mejoramiento de las máquinas de teñir concierne al tema de ahorro tanto de los recursos como de energía.

Si vemos la tendencia de las máquinas de teñido por chorro, la tarea principal es lograr la reducción de la tasa de baño de tinte. La tasa actual de 1:5 a 1:7 no puede ser más reducida, habiendo necesidad de renovar el tipo de máquinas. En segundo lugar, se está mejorando las máquinas con miras a elevar la velocidad de flujo y del recorrido de tela para acortar el tiempo requerido para el teñido. Para elevar la productividad de esta manera, es importante mantener y mejorar la homogeneidad del teñido, lo cual debe tomarse en cuenta en el desarrollo de nuevas máquinas. El mercado demanda de las máquinas que además de lo anterior, también sean capaces de trabajar con todo tipo de fibras y materiales nuevos. Por ejemplo, últimamente se está utilizando las máquinas de teñido por chorro para dar el acabado peculiar a los productos. Otro factor importante es la prevención de torsión o fricción. Además, a manera de ahorrar la energía y como una medida de tratamiento de aguas residuales, se está adoptando varias válvulas de escape, de tal manera que se pueda conducir el efluente por diferentes canales según sus propiedades.

La recuperación y reutilización de las sustancias útiles de los efluentes constituyen otra medida de ahorro de recursos. Esta medida además contribuye considerablemente en la reducción de las cargas contaminantes de los efluentes, por lo que se espera que sea adoptada por un número mayor de las plantas.

Figura 7-6 Flujo de procesos de recuperación térmica de los efluentes



Como ejemplo de recuperación y reutilización de las sustancias útiles se mencionan los siguientes:

- | | |
|---|--|
| 1. Poliéster ligero | Aprovechamiento de ácido ftálico |
| 2. Soda cáustica | Concentración y reutilización |
| 3. Amonio | Recuperación y reutilización |
| 4. Cola para el estampado de telas residual | Uso para la concentración de cola residual |
| 5. PVA | recuperación y reutilización |

1) Máquina de teñido por chorro de baja tasa de baño de tinte

Para el ahorro de energía en una máquina de teñido por chorro, no se debe considerar solamente el factor mecánico de ir tiñendo la tela a baja tasa de baño de tinte, sino también el factor de homogeneidad del trabajo. Además, asociada a la tendencia de producir productos con el valor agregado cada vez más alto, los industriales necesitan máquinas que ofrezcan mayor utilidad y estabilidad de operación satisfaciendo los siguientes requerimientos:

- 1) Ahorro de energía y de recursos: tasa de baño de tinte de operación entre 1:5 y 1:7
- 2) Garantizar la homogeneidad del teñido en tiempo igual o más corto que las máquinas tradicionales
- 3) Incrementar la aplicación (mayor adaptabilidad a los materiales)
- 4) La calidad y el acabado debe ser igual que las máquinas tradicionales
- 5) Tener adaptabilidad también a las telas que son fáciles de retorcer o de rozarse.

2) Uso continuo del baño de tratamiento

En el caso de efectuar solamente el teñido por lotes, sólo se requiere agregar el material consumido en el proceso de tratamiento, lo que permite ahorrar los recursos y la energía, y reducir las cargas contaminantes de las aguas residuales. En el caso del teñido de un sólo color, se utiliza el baño repetidas veces durante un prolongado período, y en el caso del teñido de varios colores, se reutilizan los baños de color claro, mediano y oscuro, en este orden.

3) Modificación del método del teñido

(a) Tintura por álcali

Este método consiste en reducir la carga del lavado, que es el proceso que requiere mayor cantidad de agua. Cuando se trabaja con poliéster, si el nivel del pH es

elevado debido al álcali utilizado en el tratamiento preliminar, se debe neutralizar con ácido acético antes de realizar el teñido a temperatura alta. Si en este caso, la neutralización no es suficiente, los colorantes de dispersión se descomponen parcialmente, pudiendo quedar alquitranoso. Al seleccionar los colorantes resistentes a álcali, y con el uso del agente regulador de pH, se puede omitir el proceso de neutralización, y por ende, reducir el consumo de aguas industriales, energía térmica y productos químicos.

(b) Método de colorante de dispersión por descomposición de álcali

Para las telas compuestas de poliéster y celulosa, primero se aplican los colorantes de dispersión en un entorno ácido débil, luego se lava el colorante residual adherido sobre la superficie de las fibras con el uso de detergente reductor, y finalmente se aplica el colorante reactivo en un entorno álcali para el teñido de celulosa. En cambio, algunos colorantes de dispersión se desprenden hacia el líquido colorante en un entorno álcali por efectos de hidrólisis. Al teñir el poliéster con este tipo de colorantes, omitiendo el lavado de reducción y al teñir la parte celulosa con el uso de colorantes reactivos convirtiendo el líquido colorante en álcali, los colorantes sobrantes adheridos al poliéster son desprendidos. Como consecuencia de omitir el proceso del lavado de reducción, se reducen las materias reductoras y sales inorgánicas de los efluentes.

(c) Método de tintura con colorantes reactivos multifuncionales

En el Cuadro 7-10 se resumen las tasas de fijación según tipo de colorantes.

Cuadro 7-10 Tasa de fijación de colorantes según tipo ⁴⁾

Tipo de colorantes	Tasa de fijación (%)	Concentración de colorantes en efluentes (%)
Colorantes directos	70-95	5-30
Colorantes de azufre	60-70	30-40
Colorantes VAT	80-95	5-20
Colorantes de azoico	90-95	5-10
Colorantes reactivos	50-80	20-50
Colorantes ácidos	80-93	7-20
Colorantes con metales	95-98	2-5
Colorantes catiónicos	97-98	2-3
Colorantes de dispersión	85-95	5-10

Como observamos en este cuadro, el mayor defecto de los colorantes reactivos utilizados para el teñido de algodón es la baja tasa de fijación. Los colorantes reactivos multifuncionales fueron desarrollados para mejorar este indicador, lo cual permite reducir la dosis, y por ende, la descarga de contaminantes en los efluentes.

(4) Automatización

1) Sistema de igualación automática de colores

Gracias al desarrollo del colorímetro y el uso de la computadora, ahora se hace posible realizar automáticamente la regulación de tono, logrando reducir el número de teñido de prueba, y por ende la energía y los colorantes que se invertían para este proceso. Al mejorar la reproductividad de los colores, se logró mejorar el rendimiento de la producción y ahorrar los colorantes y los productos químicos. El sistema ha sido difundido en los países industriales, a tal grado que las tintorerías no pueden continuar la operación sin él.

2) Balanza automática de colorantes

Tradicionalmente, la dosificación de los colorantes y de los productos químicos se hacía manualmente con el uso de la balanza. Para homogeneizar la mezcla se utilizaba la fuerza humana o mecánica (agitador). Hoy en día, existe un sistema que con el uso de la computadora, balanza automática y robot, realiza automáticamente la medición y mezcla de los diferentes colorantes y productos químicos. El sistema maneja incluso los productos altamente viscosos o polvos, además que puede ser instalado con el sistema de igualación automática de colores (color matching system). Las ventajas de este sistema son las siguientes:

1. Baja incidencia de errores de medición de colorantes y productos químicos.
2. Gracias a la rapidez con que se realiza la dosificación, se puede optimizar la cantidad de la mezcla que se utiliza, puesto que hasta ahora se preparaba más de lo necesario a modo de mantener el margen de seguridad.

Además, permite a los operadores trabajar en un ambiente limpio, con menos impacto de los productos químicos sobre la salud humana, y contribuye a racionalizar la operación ahorrando mano de obra, eliminando trabajos innecesarios y elevando la velocidad de la operación.

(5) Recuperación de PVA

Entre los principales parámetros de contaminación de los efluentes industriales de este sector están pH, SS, DBO DQO el tono. De estos, DQO constituye el contaminante más difícil de eliminar.

PVA es la cola de urdimbre más utilizado actualmente en el proceso de teñido de tela, y se caracteriza por su baja biodegradabilidad, lo que provoca el aumento de DQO en el efluente de desencolado. El sistema de recuperación de PVA que presentamos aquí consiste en eliminar completamente el PVA del efluente de desencolado mediante la combinación de un equipo y coagulantes. Esto, además de eliminar casi

completamente la DQO, permite recuperar PVA para su posterior reciclaje. En este caso no se necesita realizar el tratamiento secundario para la eliminación de DQO, aliviando al proceso de tratamiento de fango. En la planta de teñido que estaría cerca del telar, el PVA recuperado puede ser reutilizado en el encolado de urdimbre, lo que justificaría plenamente la inversión en el sistema de recuperación de PVA.

El sistema se caracteriza por los siguientes cuatro aspectos:

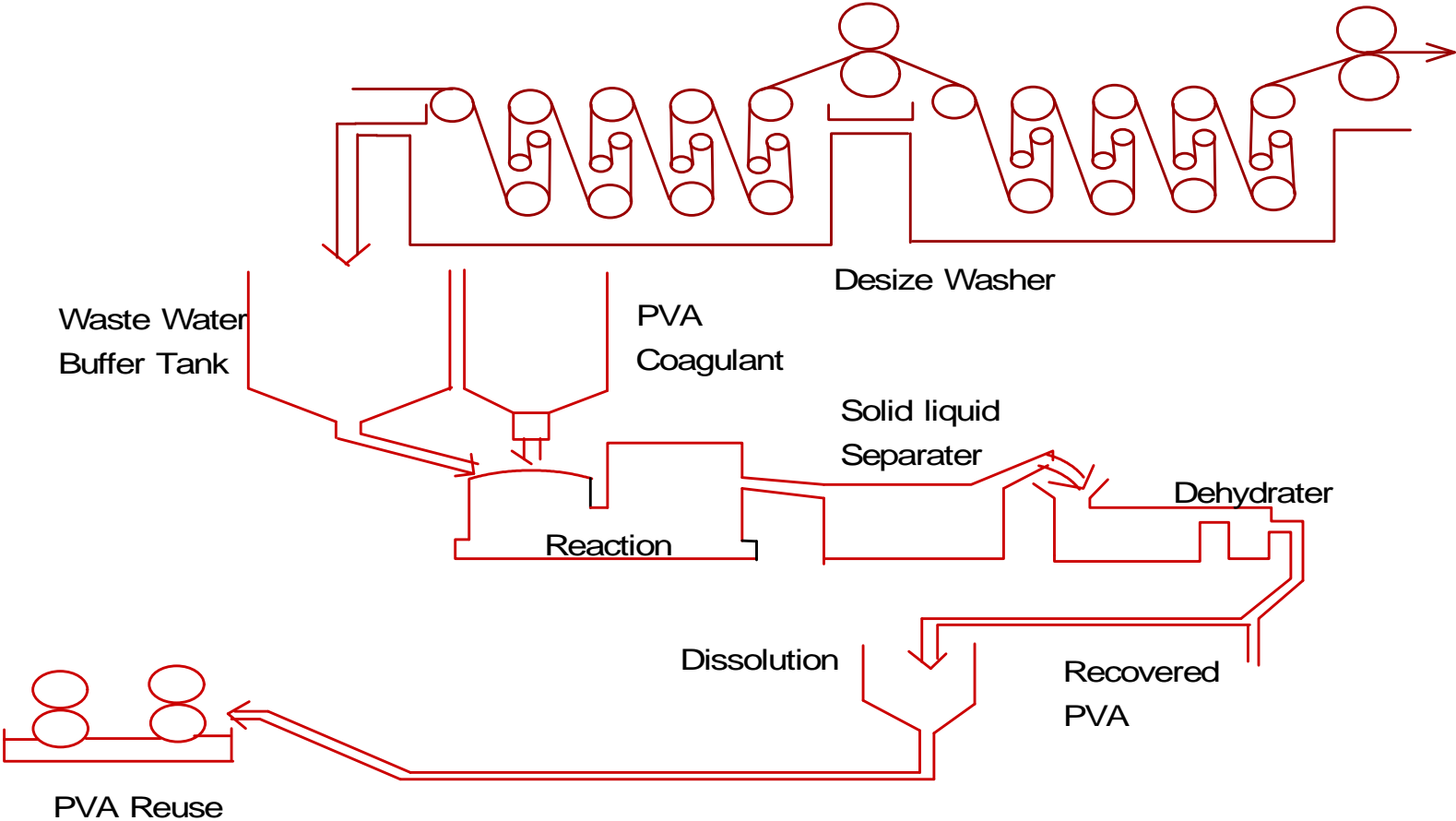
1. Recuperación de 95 a 100% de PVA.
2. El PVA recuperado puede ser utilizado igual que PVA virgen
3. El sistema es muy compacto
4. La operación es sumamente sencilla

En la Figura 7-7 se presenta el flujo del proceso de recuperación de PVA. El efluente del proceso de desencolado es almacenado en el tanque intermedio (buffer tank), desde donde es conducido al tanque de reacción junto con el coagulante de PVA por una cantidad predeterminada. Aquí el PVA es endurecido y empieza a flotar. La suspensión que contiene PVA es extraída por rebose, para ser exprimida y presionada para la deshidratación. El PVA extraído de esta manera es enviado al proceso de regulación de cola. La solución de PVA obtenida de esta manera es utilizada nuevamente en el proceso de encolado.

En un ejemplo del proceso continuo, al trabajar una tela de poliéster y algodón de 121.0 g/m a una velocidad de 130 m/min., el contenido de PVA en el efluente de 40 l/min ha sido de 1.6% sin el proceso de recuperación, y de 0.04 % con el proceso, siendo el volumen de PVA recuperado de 0.63 kg/min.

En cuanto a la eficiencia de eliminación de DQO mediante la recuperación de PVA, observamos lo siguiente: de 3,000 TM/d de efluente del proceso de desencolado, se descargan aproximadamente 900 kg/d de PVA. Si a eso agregamos el PVA descargado de los procesos de desgrasado, blanqueo, y teñido, el volumen total de descarga asciende a 1 TM/d. El tratamiento biológico convencional sólo logra reducir DQO de este efluente compuesto hasta 230 ppm. Mientras tanto, al extraer solamente el efluente de desencolado, recuperar el PVA, y realizar el tratamiento biológico de éste con el efluente de los demás procesos, se logra reducir la DQO hasta 40 ppm.

Figura 7-7 Flujo de recuperación de PVA



(6) Reutilización de agua

La tintorería es una industria que consume gran cantidad de agua, y la disponibilidad de este recurso constituye el factor decisivo de la subsistencia de la empresa. Como una de las medidas para asegurar la cantidad requerida de agua, se desarrollaron y se han puesto en la práctica algunas alternativas de regeneración y reciclaje de aguas residuales.

Para el proceso de teñido, actualmente se está estudiando el siguiente método, tomando en cuenta las propiedades de las aguas residuales y la combinación con la tecnología de tratamiento de las mismas.

El método más sencillo consiste en reutilizar sin tratamiento alguno el agua de lavado poco contaminado, mezclando con el agua limpia. En este caso, el efluente que se recupera es sumamente reducido porque no debe contener sustancias contaminantes.

El siguiente método consiste en regenerar el efluente relativamente poco contaminado con el uso de filtros. Este método ha sido ambiciosamente desarrollado y ya ha entrado en la fase de aplicación. La regeneración de agua mediante filtro puede presentarse en varias modalidades.

En la Figura 7-8 se muestra un ejemplo del flujo de recuperación y reutilización de agua con el uso de filtros.

Dado que sólo se somete a este proceso el efluente del proceso de lavado, el agua tratada satisface la calidad apropiada como agua industrial.

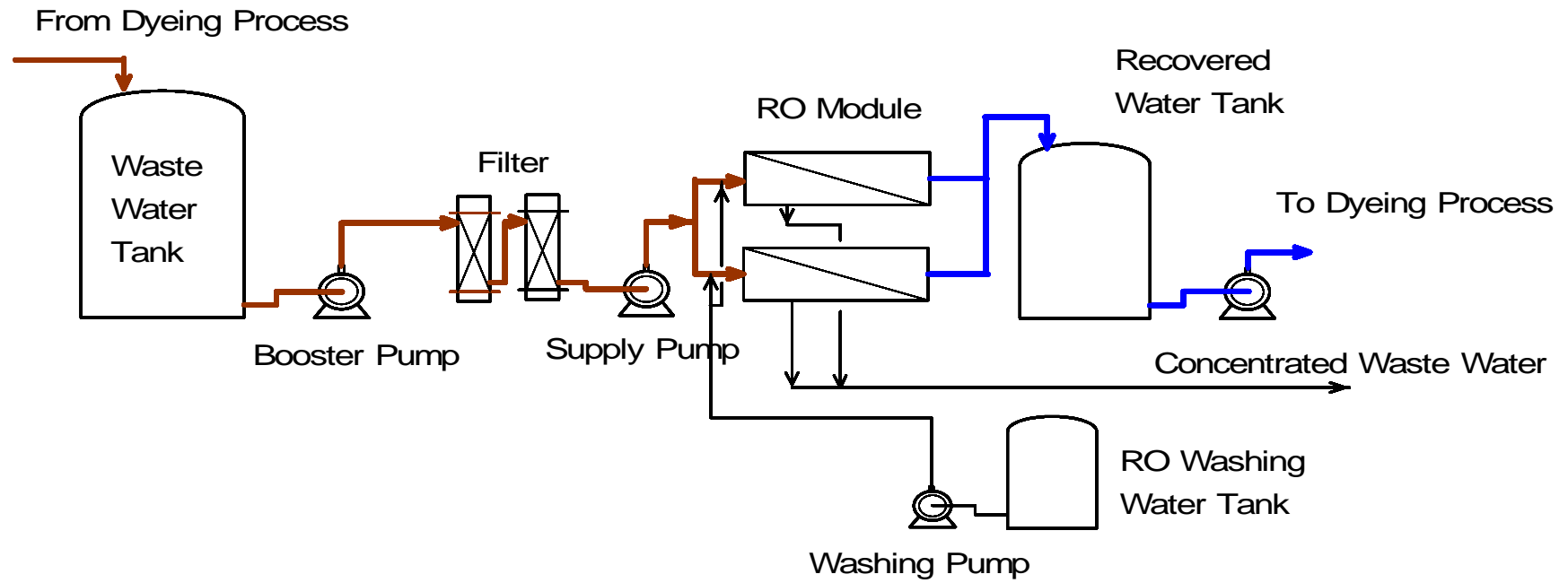
El costo de construcción de una planta de 1,500 m³/día se estima en US\$ 700,000 aprox., y el costo del agua regenerado en esta planta sería de US\$ 1 por cada 1m³. También en este caso, es necesario aprovechar el agua comprobando oportunamente la calidad de los productos que se obtiene como resultado.

Existe también un método que consiste en realizar un tratamiento avanzado del efluente compuesto, después someterlo al proceso convencional.

En la Figura 7-9 se muestra un ejemplo del flujo de proceso de recuperación y reutilización de agua mediante el tratamiento avanzado del efluente compuesto.

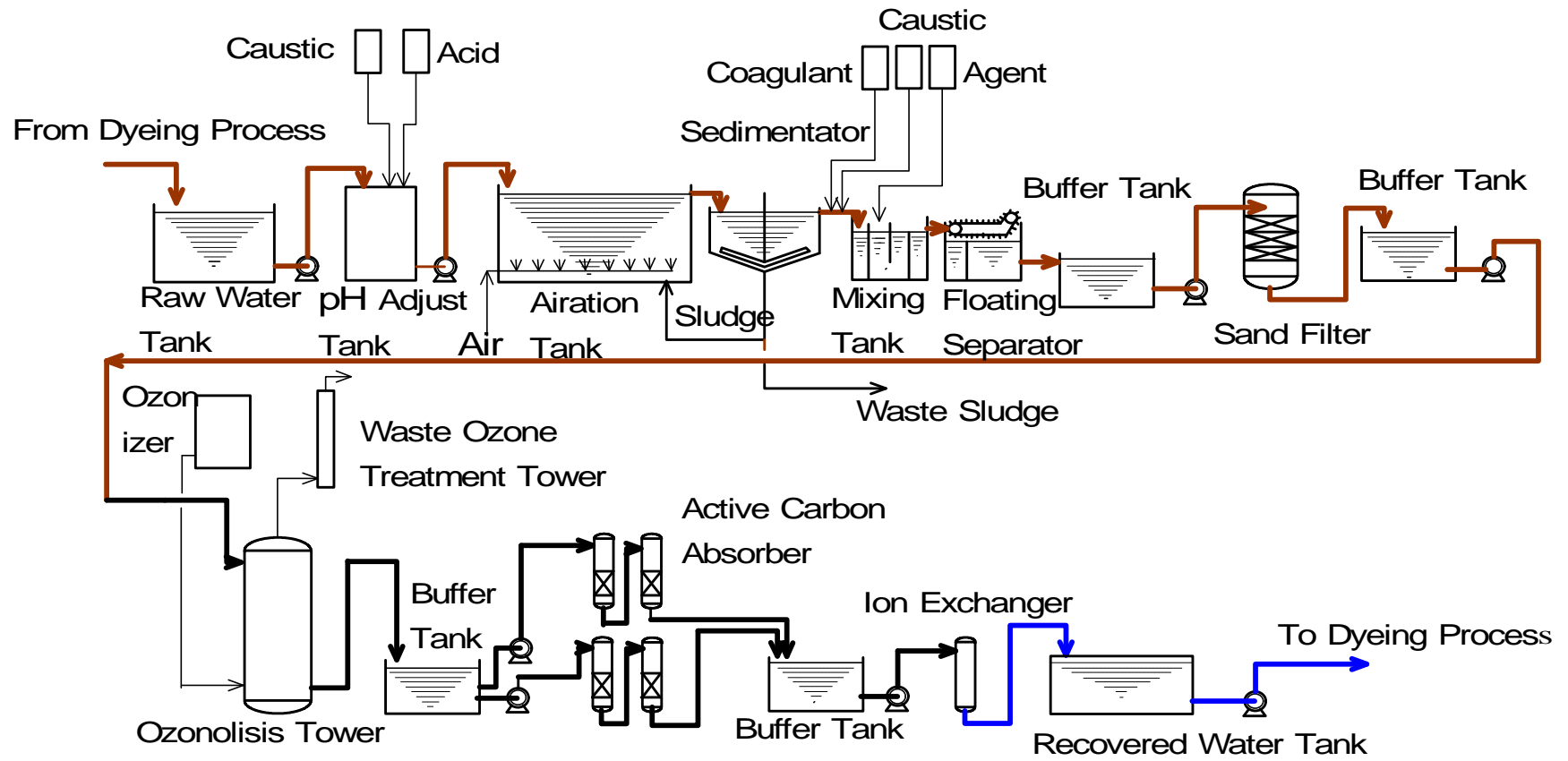
Los datos disponibles indican que el agua tratada es apta para ser reutilizada en el proceso; no obstante, es importante investigar el impacto que trae su uso en la calidad del teñido, y ver en qué proceso se puede destinar este agua. También se está desarrollando una técnica de realizar el tratamiento avanzado con el uso de filtros.

Figura 7-8 Flujo de recuperación y reutilización de agua mediante filtración



7 - 27

Figura 7-9 Flujo de recuperación y reutilización de agua mediante tratamiento avanzado del efluente compuesto



7-3 Situación actual de la tecnología de control de producción del sub-sector de textil

Los cuatro elementos que componen un proceso de producción son materiales, máquinas, mano de obra y método. El control de producción consiste en manejar eficaz y eficientemente estos cuatro elementos para producir y ofrecer a los clientes los productos “de calidad requerida, a precio razonable y en el plazo indicado”. Para estos efectos, el control de producción no sólo consiste en controlar las actividades de producción sino también el desarrollo e investigación, diseño, compra y de venta. Considerando que este Estudio se enfoca a la reducción de la contaminación industrial de las plantas de teñido y en la tecnología de PML, hemos dedicado mayor prioridad al control de: operación, costo, calidad, instalaciones y medio ambiente - seguridad.

(1) Control de operación

El control de operación es un conjunto de actividades básicas orientadas a mantener el nivel óptimo cuantitativo y cualitativo de la producción a través de la normalización de trabajos, así como de la capacitación y formación de los trabajadores.

En las fábricas objeto del presente Estudio, se observaron los siguientes aspectos:

1) Retraso en la normalización de trabajos

No existen documentos de normalización de trabajos o términos de referencia de las operaciones que establecen los métodos de operación normal, sino sólo una fórmula que indica los procedimientos y las condiciones del teñido. Por lo tanto, no existe un sistema de control de cada trabajo, sino que éste depende de la voluntad de los operadores. Esta situación hace que se observe en muchos casos manejo inadecuado y operación forzada de los materiales (telas) y equipos.

Tampoco se observa que los trabajadores comparten los conocimientos técnicos en métodos de operación para mejorar la calidad del trabajo.

2) Formalismo de los registros de operación y de trabajos

Los registros de operación y de trabajo son meramente formales y deficientes, y tampoco están archivados y ordenados de tal manera que las informaciones puedan ser sometidas a un análisis para mejorar la calidad de trabajo hacia el futuro.

3) Falta de comunicación

Se observa una falta de comunicación en el lugar de trabajo (entre las personas), falta de ronda de inspección de la planta. El desconocimiento de la realidad del lugar de trabajo por parte del personal ingeniero y administrativo no permite detectar los problemas y analizar los procesos, lo que trajo como consecuencia el estancamiento de las actividades de mejoramiento para elevar la productividad y la calidad, a la par de reducir los costos de producción.

4) Falta de prácticas de clasificación y ordenamiento

Si bien es cierto que existe una buena señalización de los lugares de almacenaje (líneas amarillas), etc. todavía se observa la presencia de muchos objetos innecesarios, haciendo necesario revisar el cumplimiento de las prácticas de clasificación y ordenamiento (5S) del lugar de trabajo. Asimismo, recomendamos ordenar los contenedores de las telas a manera de facilitar su traslado.

La tasa de operación tanto de la fuerza humana como de equipos e instalaciones no es el 100% debido a la reducción de la producción por influencia de la recesión actual. Sin embargo, dado que el lote de producción se hace cada vez más pequeño, las plantas se ven obligadas a cambiar frecuentemente las condiciones de operación, lo cual reduce la eficiencia del trabajo. Por esta razón, es necesario que los empresarios mantengan estrecha comunicación con su cliente antes y después de la producción, para poder planificar y realizar una producción eficaz.

Por otro lado, debería aprovechar el tiempo libre de la fuerza humana y de los equipos para la capacitación del personal y para dar mantenimiento preventivo de los equipos, etc. y prepararse para el futuro incremento de la producción.

(2) Control de costo

Para el control de costo, primero se debe cotizar los costos (planificación), cumplir los costos propuestos en la producción, y luego procurar reducirlos. Para ello, es necesario conocer correctamente el requerimiento unitario de materias primas, fuerza motriz, fuerza humana, etc. en la producción, controlar el costo por producto, analizar y revisar la pertinencia del requerimiento unitario y el costo para poder reducir el costo de producción. Sin embargo, las plantas no cuentan con un mecanismo de control de costos basado en requerimiento unitario por cada producto y equipo. Concretamente implica lo siguiente:

1) Deficiencia del control de costo unitario y de costo por producto

El problema del costo de producción revestirá cada vez mayor importancia de aquí a

adelante, para competir con los productos importados en el mercado nacional, y para adquirir mayor fuerza en el mercado de exportación. Por lo tanto, es necesario reconocer la importancia de realizar el control de requerimiento unitario y establecer un sistema o mecanismo que permita hacer control de costo por cada producto.

2) Necesidad de compartir las informaciones

Para controlar y reducir los costos y el requerimiento unitario, es importante que las personas claves conozcan correctamente el requerimiento unitario real, y compartan las informaciones y datos concernientes a los problemas y alternativas. Muchas veces, las informaciones sobre el costo de producción son manejadas como “top secret”; no obstante, es importante compartir entre las personas claves todas las informaciones que contribuyan a controlar y mejorar el requerimiento unitario, y aunar los esfuerzos de todos para desarrollar las actividades de mejoramiento persistentes y esmeradas.

(3) Control de calidad

El control de calidad es un conjunto de actividades desarrolladas a nivel empresarial para mejorar la calidad de trabajo, y así poder ofrecer al cliente los productos de calidad requerida a un costo razonable.

Hemos observado que más de la mitad de las fábricas estudiadas abordaban la tarea de obtener el certificado de las normas ISO 9001 y 9002, en término de dos o tres años. Algunas ya están en la fase de la evaluación final, pero la mayoría recién están en la etapa de preparativos. Como primer paso, es necesario sistematizar el control de calidad, que eventualmente se está realizando por partes, e implementarlo a nivel de toda la empresa.

1) Control parcial de calidad

Muchas fábricas piensan que al comprobar la calidad de los productos a través de los ensayos e inspecciones predeterminados se logra dar un buen control de calidad. Sin embargo, es importante tomar en cuenta que éste debe ser un esfuerzo a nivel empresarial que debe ser promovido de manera organizada y sistemática con participación de todos. Las principales dificultades del control de calidad radican en los siguientes puntos:

1. Los requerimientos de los clientes son diversos y las normas de calidad son variables. Por lo tanto, es importante que exista una retroalimentación constante sobre la demanda del mercado.

2. La calidad es la acumulación de múltiples funciones, y para mejorar la calidad es necesario que sean mejoradas todas las funciones.
3. Se debe dar control no sólo del valor medio, sino también de la “dispersión”.
4. En una actividad de producción repetitiva, es necesario detectar y resolver oportunamente los problemas ocurridos.

Estos son los puntos que deben ser considerados. Deseamos que las fábricas continúen invirtiendo esfuerzos al establecimiento de un sistema adecuado de control de calidad, y logren obtener el respectivo certificado de las normas ISO.

2) Falta de normalización de trabajos

Recomendamos materializar las siguientes prácticas en la mayor brevedad posible: eliminar los errores, omisión, descuido de trabajos; reducir la dispersión; preparar los “términos de referencia de los trabajos estandarizados” definiendo los métodos y el tiempo estándares con miras a elevar la eficiencia del trabajo, y; realizar la capacitación del personal sobre la base de los “términos de referencia” en modalidad de on-the-job training (transferencia tecnológica en la ejecución de los trabajos).

3) Falta de entusiasmo por mejorar la calidad

Para realizar el control adecuado de calidad, es indispensable que cada trabajador tome conciencia de la importancia y de la implicación que el tema reviste, transmitiéndoles los conocimientos básicos sobre el control de calidad, e indicándoles las metas. Y sobre este entendimiento, es importante continuar las campañas de conscientización.

(4) Control de instalaciones

El control de instalaciones es el conjunto de actividades que abarca desde la planificación hasta la disposición de las instalaciones, y tiene como propósito optimizar el uso de las mismas. Sin embargo, en este caso, hemos orientado el estudio específicamente al control de instalaciones en la fase de producción para mantener la calidad y la productividad idóneas.

Las fábricas estudiadas realizaban el mantenimiento que consistía principalmente en la reparación de la corrosión de los sellos mecánicos y las juntas de las tuberías porque en el proceso se utiliza una gran cantidad de ácidos, álcalis, sales y otros sales inorgánicos. También se realiza la reparación de los componentes electrónicos y sistemas eléctricos como son los paneles de control, secuenciadores, etc. El mantenimiento es predominantemente correctivo.

1) Poca fuga de vapor y de agua

Pocas fugas de vapor y de agua fueron observadas de las válvulas y juntas. Hay un buen grado de mantenimiento.

2) Falta de paneles de control y de instrumentos de medición

Pese a que muchas de las máquinas de teñir son semiautomáticas, algunas de ellas han quedado fuera de operación por falta de mantenimiento y reparación de los componentes eléctricos y electrónicos. Ante el incremento de los equipos electrónicos, es importante capacitar y formar el personal de ingeniería capaz de dar mantenimiento a estos nuevos equipos.

(5) Control del medio ambiente y seguridad

El control de seguridad y del medio ambiente, que incluye la preservación del medio ambiente global, la garantía de un entorno laboral seguro y sano, etc. constituye hoy en día responsabilidad social de las empresas, y se ha convertido en uno de los criterios importantes de la evaluación empresarial. Revisten cada vez mayor importancia la reducción de los contaminantes y residuos, ahorro de energía y recursos en la producción, mejoramiento del entorno laboral, garantía de mayor seguridad de los trabajadores, etc. En este sentido, la mayoría de las fábricas estudiadas atraviesan aún una etapa incipiente con serios problemas en materia de la protección del medio ambiente y seguridad.

1) Falta de normas de tratamiento de los efluentes y de residuos sólidos, y la descarga directa al medio ambiente

Las fábricas no disponen de tanques de almacenamiento y de tratamiento, así como de equipos de tratamiento de las aguas residuales. Existe una fábrica que dispone de un sistema de inyección continuo de bióxido de carbono para neutralizar el efluente de teñido, cuya operación frecuentemente está suspendida (se cierran las válvulas).

2) Falta de implementación de 5S (clasificación y ordenamiento)

Es necesario difundir las prácticas de 5S, manteniendo el orden y la disciplina del lugar de trabajo.

Es especialmente urgente mejorar el entorno laboral de los cuartos de medición de colorantes, y de dosificación de agentes auxiliares (medidas contra polvos, gas y olores).

3) Buen uso de los protectores

Los trabajadores de las fábricas utilizan adecuadamente las mascarillas, protectores de oído (tapones) y los guantes de caucho. En todo caso es muy importante difundir cabalmente el uso de todos los protectores, incluyendo las gafas de seguridad, gorras, cascos, etc.

7-4 Contaminación industrial provocada por el sub-sector textil

7-4-1 Nivel actual de descarga de contaminantes del sub-sector textil

(1) Efluentes de las tintorerías

La contaminación de las aguas residuales de las tintorerías presenta, generalmente, las siguientes características:

1. Coloración de agua por colorantes (visualmente, da la impresión de estar contaminada)
2. Variación de pH (tiende a ser alcalino, aunque puede variar según las condiciones de teñido)
3. Incremento de DBO (debido al almidón, proteína, ácido orgánico, etc. contenidos en el tejido)
4. Incremento de DQO (debido al agentes tenso-activos, cola sintética, especialmente PVA, etc.)
5. Incremento de SS (contaminantes como restos de tejidos, oligómero macromolecular, silicato de sodio, etc.)
6. Otros (cloro residual, sales disueltos, sulfuros, olores, espumas, etc.)

En la Figura 7-10 se muestra la relación entre los procesos de teñido y los componentes de los efluentes.

1. Drenaje del proceso de descolado :

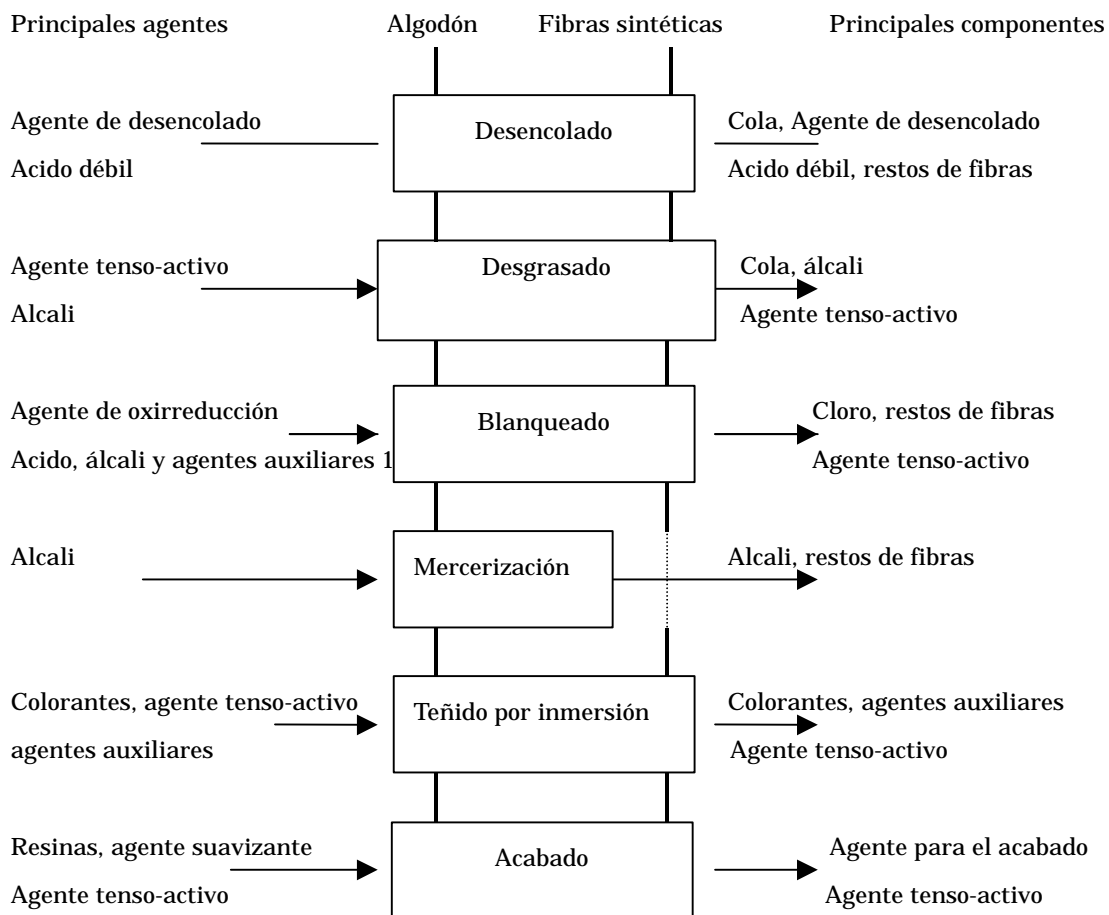
El proceso de descolado es el que mayor concentración de DQO presenta, aunque su grado varía dependiendo del tipo de colas que se usan. La mayoría de las colas, con algunas pocas excepciones como el almidón, son difíciles de descomponer, y por lo tanto la concentración de la DQO es mucho mayor a la de DBO.

2. Drenaje del proceso de desgrasado:

El drenaje del proceso de desgrasado es fuertemente alcalino debido al uso de productos químicos como soda cáustica. También contiene además de aceites y álcalis, infusiones, y agentes auxiliares, y por lo tanto presenta elevados valores de DQO, DBO y SS.

3. Drenaje del proceso de blanqueo:
Si se utiliza polvo blanqueador, el drenaje se vuelve alcalino mostrando un elevado valor de pH., mientras que si se utiliza el sulfito de sodio (blanqueador reductor), el drenaje se vuelve ácido. La concentración de DQO y DBO es regular.
4. Drenaje del proceso de teñido:
La calidad de las aguas residuales varía substancialmente, dependiendo del tipo de colorantes. Se presenta frecuentemente el problema de la contaminación por el uso de agentes tenso-activos y disolventes de colorantes, así como la de la coloración del agua. Si se utiliza el ácido acético como agente auxiliar, la concentración de la DBO es mayor.
5. Drenaje del proceso de acabado:
La contaminación ocasionada por este proceso es mínima puesto que la tasa de fijación de las resinas, colas y grasas es alta, además que consume poca cantidad de agua.

Figura 7-10 Proceso y efluentes del proceso de tintura



(2) Calidad de efluentes descargados de las ocho fábricas estudiadas

Se ha realizado el análisis de la calidad de efluentes de las máquinas de teñido de cada proceso a nivel de plantas, y también del efluentes que son descargados a los cuerpos de agua públicos (ríos o cuenca de alcantarillado municipal de Bogotá) a nivel global.

En el Cuadro 7-11 se presentan la concentración de los contaminantes representativos y los valores de pH como indicadores de la calidad de efluentes de las muestras tomadas al finalizar los procesos de cada máquina de teñido. En este caso, la temperatura de descarga era de 60 a 90 °C en los procesos de desgrasado y blanqueo, y de 60°C en el proceso de teñido.

Cuadro 7-11 Calidad de efluentes según procesos de tintura

Unidad (mg/lit.)

	pH	Solubles de hexano	DBO	DQO	SS
Desgomado	8.4	404	610	7800	750
Refinado	8.4 - 12.0	62 - 240	705 - 2460	885 - 4800	10 - 332
Teñido	3.4 - 10.8	1 - 320	132 - 690	328 - 5720	15 - 539
Acabado	6.6 - 7.8	4 - 15	13 - 90	49 - 115	25 - 48

La carga contaminante de los procesos de desgrasado y de teñido es alta, según el análisis. En especial, el efluente de desgrasado es alta muestra altos valores de DQO y DBO porque se realiza al mismo tiempo del desencolado. El hecho de que la concentración de DBO sea menos alta que la de DQO demuestra que se están utilizando colas muy de muy baja biodegradabilidad. En cuanto al pH, predomina el efluente álcali.

Las tintorerías estudiadas descargan las aguas residuales de varios equipos de teñido cada vez que finalizaba un proceso. Estas aguas son recogidas mediante un dren interno, para evacuar finalmente a los cuerpos de agua públicos cercanos (ríos, etc.) sin tratamiento alguno. Algunas fábricas descargan los efluentes después de regular la temperatura o el pH.

En el Cuadro 7-12 se presentan los resultados del análisis de calidad y cantidad de los efluentes de las siete fábricas, desde las que se ha podido tomar las muestras en la boca de descarga final. Las cifras indicadas en el cuadro corresponden a los valores analizados de las muestras compuestas que fueron preparadas mezclando de tres a cuatro muestras tomadas a cada hora. Sin embargo, para la temperatura y el pH se presentan los valores máximos y mínimos medidos de cada muestra que componen las muestras compuestas. En cuanto al volumen, hemos presentado los valores reales medidos en las bocas de descarga y los valores estimados o calculados sobre la base de las informaciones proporcionadas por los empresarios (por ejemplo,

el volumen de uso de agua industrial).

Cuadro 7-12 Calidad de efluentes de las plantas del sub-sector textil

Fábricas	Descarga (m ³ / día)	Temperatura (°C)	pH	Solubles en hexano	DBO	DQO	SS
A	800	34 - 39	8.3 - 10.1	49	288	356	25
B	1000	38 - 48	8.6 - 9.7	34	540	806	414
C	150	41 - 54	6.0 - 11.3	74	342	1137	344
D	400	35 - 41	6.4 - 7.2	30	126	272	7
E	1800	37 - 38	8.6 - 10.1	308	510	745	100
F	50	23 - 40	7.6 - 8.3	16	99	204	44
G	480	26 - 30	7.2 - 7.7	56	270	416	73

Unidad de concentración de contaminantes : mg/lit.

A continuación se analiza la concentración de los contaminantes en las aguas residuales, aplicando las normas establecidas por DAMA (Resolución 1074 de DAMA, promulgada en 1997):

- 1) Temperatura: Sólo una fábrica cumplía con las normas de DAMA de 30°C ó menos.
- 2) pH: Las aguas residuales son predominantemente alcalinas, en comparación con las normas establecidas por DAMA de pH 5 a 9.
- 3) Extractos de hexano: una fábrica presentaba el valor extraordinariamente alto de 308 mg/lit. Las seis fábricas restantes presentaban valores inferiores a los 100 mg/lit, establecidos por DAMA.
- 4) DBO y DQO: Los valores analizados en todas las fábricas eran casi la mitad de las normas establecidas por DAMA de DBO = 1000 mg/lit y DQO = 2000 mg/lit. La relación DBO/DQO es mucho mayor que en las aguas residuales descargadas de los procesos (Cuadro 7-11).
- 5) SS: La concentración de los SS varía entre 44 y 414 según las fábricas, pero en todos los casos los valores están por debajo de las normas establecidas por DAMA de 1000 mg/lit.

7-4-2 Impacto del sub-sector textil en la contaminación industrial de Santa Fé de Bogotá

Si bien es cierto que en el presente estudio no se pudo obtener los datos sobre el impacto de la contaminación industrial según sub-sectores en la ciudad de Santa Fé de Bogotá, el estudio preliminar presenta los resultados de las investigaciones realizadas por DAMA, según el cual, la carga contaminante en los efluentes según los sub-sectores es la siguiente:

- 1) Alimentos y bebidas 53.8%
- 2) Metal y metalurgia 34.5%

- 3) Cuero 5.9%
- 4) Textil 2.7%
- 5) Industria química 2.0%
- 6) Otros 1.1%

Como se puede observar, el impacto del efluente del sub-sector textil pequeño en comparación con otros sectores de la industria.

En el Cuadro 7-13 se presentan las propiedades de los efluentes descargados de las 16 plantas de teñido de Santa Fé de Bogotá. Estos se basan en los datos recopilados por DAMA desde octubre de 1997 hasta noviembre de 1998, pero no cubre la totalidad de las tintorerías de la ciudad. Observamos en este cuadro que casi todas las plantas no cumplen con algunos de los parámetros establecidos por DAMA. Sin embargo, debemos considerar cuidadosamente el hecho de que las propiedades de los efluentes de las máquinas de teñido tipo batch, que es el tipo de máquinas utilizadas en todas las plantas de teñido de la ciudad, varía según máquinas condiciones. Dado que casi ninguna planta dispone de un tanque de mezcla para homogeneizar los efluentes, estos datos no son valores medios (representativos) de las propiedades de los efluentes de las plantas. En cuanto a DBO y DQO, casi todas las fábricas cumplen a duras penas con las normas de DAMA; es evidente que cuando estas normas sean revisadas, las fábricas deberán dotarse de un verdadero sistema de tratamiento de aguas residuales para reducir los niveles de DBO y DQO.

Cuadro 7-13 Calidad de aguas residuales descargadas del sub-sector textil de Santa Fé de Bogotá

No.	Empresas	pH	Temp	Aceite mg/l	SST mg/l	DBO mg/l	DQO mg/l	Tasa de flujo m ³ /mes
1	A*	8.3 /5.1	35 /34	85 /39	6289 /71	443 /95	997 /557	79070
2	B*	8.1 /7.4	29 /27	20	3093/251	1741/180	3123 /1726	6480 + ?
3	C	9.1	38	14	75	135	211	31450
4	D	7.3	30	40	60	264	840	25000
5	E*	12.5 /5.9	32 /20	38 /28	66/28	806 /511	1895 /956	19924
6	F	11.0	43	4	145	198	1015	17095
7	G*	7.7 /3.0	45 /27	87 /18	352 /26	525 /191	1614 /659	10701
8	H	8.8	36	49	25	288	356	9953
9	I	9.2	35	39	15	210	300	8125
10	J	10.0	58	496	109	102	233	5806
11	K	5.0	34	17	13	228	415	5088
12	L	6.9	37	30	7	126	272	4977
13	M	7.4	29	16	36	99	204	2151
14	N*	7.1 /8.7	50 /30	1172 /66	28/17	365 /76	517 /216	2099
15	O	7.4	27	115	1565	294	974	2044
16	P*	6.5 /5.7	16 /15	16 /13	45 /23	548 /32	380 /67	446
	Normas de DAMA	6.0 ~ 8.0	< 30	< 100	< 800	< 1000	< 2000	-

(Fuente: datos de DAMA)

(Notas)

1. Las empresas marcadas con (*) tienen dos ó tres puntos de descarga de las aguas residuales y en este caso, los datos muestran el máx/mín. de cada punto y la tasa de flujo muestra el total de todos los puntos.
2. La tasa de flujo de un punto de B no está en los datos de DAMA, pero se estima que esta compañía descarga un volumen considerable de aguas residuales (más de 50000 m³/mes) de acuerdo a otros datos.

7-4-3 Evolución histórica y situación actual de la contaminación industrial del sub-sector textil del Japón

En este apartado se presenta una breve reseña de las medidas de descontaminación de las aguas residuales de teñido en el sub-sector textil del Japón.

No se han registrado en Japón graves problemas provocados por la contaminación industrial del sub-sector textil, específicamente del teñido de algodón y fibras sintéticas. Sin embargo, algunas fábricas se vieron obligados a responder los reclamos levantados por los pescadores ante la coloración de aguas residuales. La coloración es un problema sensorial, y la legislación japonesa no establece las normas de descarga basadas sobre los colores de los efluentes. Algunos gobiernos locales como Kawasaki y Wakayama procuran regular cuantitativamente el matiz de los efluentes a través de las ordenanzas. Las empresas procuran decolorar las aguas residuales mediante absorción en carbón activo, ozonización y otros métodos de tratamiento avanzado.

Tradicionalmente, la industria textil ha sido uno de los sectores que consumía grandes cantidades de agua limpia (de buena calidad), y la tasa de reciclaje de las aguas tratadas ha sido alrededor del 20% que es sumamente baja en comparación con otros sectores.

7-4-4 Tecnología actual de tratamiento de aguas residuales del Japón

Los contaminantes presentes en los efluentes son clasificados, generalmente en sustancias suspendidas (SS), coloides y sustancias disueltas. La complejidad del tratamiento de agua depende del tamaño y forma de estas partículas. Estas sustancias contaminantes deben ser coagulados mediante algún tipo de reacción, para luego separarlas del líquido.

En el Cuadro 7-14 se presentan los diferentes procesos de tratamiento de aguas residuales y sus efectos. Dado que la eficiencia varía según los métodos, generalmente una planta de tratamiento está constituido por diferentes procesos combinados.

Varias alternativas de tratamiento han sido propuestas para los efluentes de teñido, y la mayoría de las empresas ha optado por adoptar los procesos de coagulación y sedimentación y de fango activado.

(1) Proceso de coagulación

Las partículas de los colorantes y de los agentes tenso-activos son tan diminutas que no se precipitan por sí solas ni pueden ser eliminadas por filtración. Este método consiste en agrupar las partículas de 10^{-9} m a 10^{-6} denominadas “coloide”.

Cuadro 7-14 Procesos de tratamiento de aguas residuales y sus efectos⁷⁾

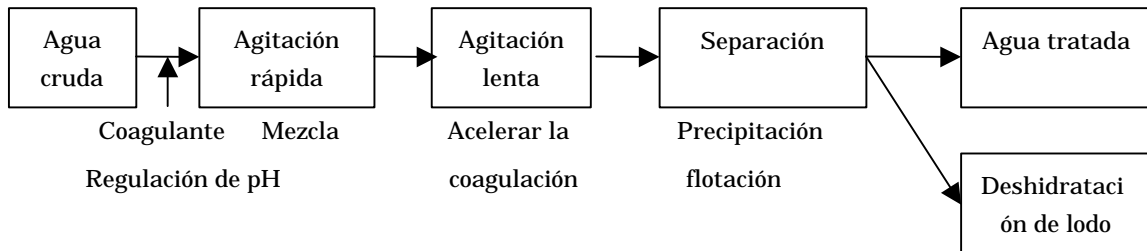
Métodos de tratamiento	SS	DBO	DQO	Color	Aceite
Coagulación y sedimentación (precipitación por gravedad)					
Coagulación y sedimentación (a presión)					
Fango activado					
Adhesión por iones					
Tratamiento por oxidación					
Tratamiento por neutralización					
Tratamiento por carbón activo					
Filtración					
Filtración intensiva					

Las partículas en forma de coloides en el agua llevan cargas eléctricas, y la fuerza de repulsión electrostática que se produce entre las partículas dificultan que ellas se aglomeren y se precipiten, por más que se deje estancada el agua durante varias horas. El método de coagulación consiste en agregar ciertas sustancias que reduzcan la carga eléctrica de la superficie de coloide, y reducir la fuerza repulsiva entre las partículas, y así conseguir la floculación de las mismas. Estas sustancias se denominan coaguladores, y los más difundidos son los coaguladores inorgánicos. Generalmente, como coaguladores inorgánicos se utilizan los sales de hierro y aluminio (sulfato ferroso, sulfato de aluminio, etc.). Dado que estos metales llevan varias cargas eléctricas, la eficiencia de coagulación es alta. Además se caracterizan por formarse hidróxidos de metales y se floculan, su eficiencia es particularmente alta dentro de los sales inorgánicos. Por lo general, se agrega también el álcali para mantener el efecto de coagulación, no así en el caso de las aguas residuales de las plantas de teñido porque son ya en sí álcalis. Otro coagulador que merece ser mencionado es el coagulador macromolecular que con una pequeña dosis es capaz de formar grandes flóculos. Su poder adhesivo es tan fuerte que, en comparación a los coaguladores inorgánicos, los flóculos formados son grandes, consistentes y fáciles de manejar. Además, dado que se requiere sólo de una pequeña dosis, se produce poca cantidad de lodo. Por estas ventajas, el uso del coagulante macromolecular se

ha difundido en los procesos de tratamiento de aguas residuales en los últimos años.

En la Figura 7-8 se muestra el flujo básico de coagulación que es el proceso más difundido para el tratamiento de las aguas residuales de teñido.

Figura 7-11 Flujo básico del proceso de tratamiento por floculación⁷⁾



1) Proceso de coagulación y sedimentación

Normalmente, en las plantas de teñido se inyectan el coagulante y el regulador de pH al tanque de agitación rápida con el uso de bomba medidora, mientras que al tanque de agitación lenta se inyecta una dosis determinada de coagulante macromolecular. En cuanto al tanque de separación, existen diversos modelos, y los más representativos son los tanques de corriente transversal, y los tanques cilindrados con propulsión. En Japón predomina el uso de los segundos.

2) Método de separación por flotación (flotación a presión)

Este método consiste en agregar el coagulante para que se formen flóculos. Posteriormente inyecta a presión el agua (y aire al mismo tiempo) desde el fondo del equipo para que se produzcan burbujas. Los flóculos adheridos son llevados hacia la superficie del líquido. Este sistema sólo requiere de un espacio físico reducido, además que si el efluente contiene elevado porcentaje de aceites y grasas, el método permite eliminarlas también.

El método de coagulación elimina diversos tipos de contaminantes presentes en el efluente, pero esencialmente no es capaz de eliminar las sustancias solubles como los colorantes disueltos. Sin embargo, existen algunos coagulantes que presentan poder adhesivo a los pigmentos, o presentan algún tipo de efecto de decoloración al combinarse con los coagulantes macromoleculares.

Por ejemplo,

1. Al combinar el coagulante con bentonita, se logra decolorar los colorantes básicos, directos y ácidos.
2. Al realizar el tratamiento con coagulante catiónico antes de la coagulación, se logra decolorar los colorantes aniónicos como los colorantes reactivos.
3. Otra alternativa sería reducir DQO y eliminar pigmentos inyectando el

carbón activo en polvo al tanque de regulación o de sedimentación.

(2) Tratamiento biológico

El método de tratamiento biológico consiste en eliminar los contaminantes controlando artificialmente la acción de purificación del medio ambiente natural (purificación del agua mediante fijación de las sustancias orgánicas por acción de diversos microorganismos). La mayor ventaja de este método radica en que los contaminantes son biodegradados hasta menos de 40% mediante el proceso de tratamiento por fango activado, mientras que en el proceso de coagulación y sedimentación los contaminantes son descargados en un 100% en forma de lodo. Los componentes de DQO/DBO son descompuestos en agua y bióxido de carbono, lo cual se traduce en una reducción considerable de residuos.

El proceso de tratamiento por fango activado difiere según la carga de DBO, concentración de MLSS (% de peso de los contaminantes dentro del agua contaminada), tiempo de aireación, etc. en el Cuadro 7-15 se presentan las principales condiciones de operación del proceso de tratamiento por fango activado, en los métodos estándar y de re-aireación, que son los métodos más difundidos en las plantas de teñido.

Cuadro 7-15 Condiciones de tratamiento por fango activado⁷⁾

Métodos	Carga volumétrica de DBO kg/m ³ /día	MLSS (mg/lit)	Tasa de retorno de lodo (%)	Volumen de aire (tasa de agua tratada)	Aireación (h)
Método normal	0.6	1500-2000	20-70	3-7	4-8
Re-aireación	0.2	2000-8000	50-100	Más de 12	Más de 5

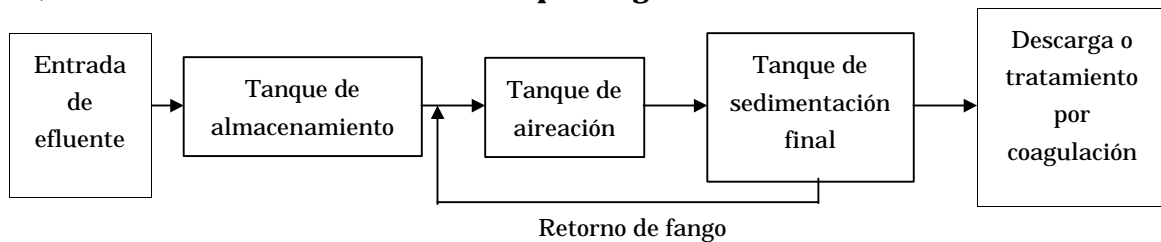
En la Figura 7-12 se muestra el flujo estándar del proceso de tratamiento por fango activado.

La capacidad de purificación de fango en el método de fango activado es muy susceptible al cambio del entorno.

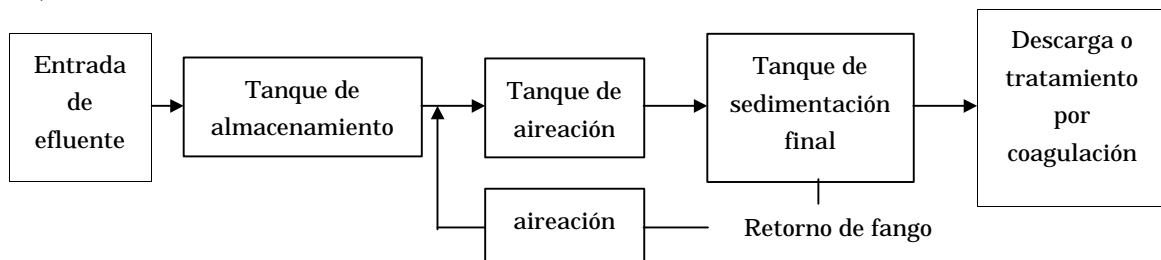
1. El fango se vuelve más activo entre pH 6 y 7. Fuera de este rango, la actividad del fango se reduce drásticamente, y cuando llega a pH 4 ó pH 10 la actividad se vuelve casi nula.
2. Las temperaturas entre 30 y 40°C son óptimas para la oxidación biológica, llegando al máximo a 35°C. La actividad del fango se reduce drásticamente fuera de este rango de temperatura. A menos de 30°C, la actividad se reduce en proporción a la temperatura. A los 45°C, la actividad equivale al nivel alcanzado a los 35°C. A los 50°C, el fango se vuelve completamente inactivo.

Figura 7-12 Flujograma del tratamiento por fango activado⁷⁾

1) Método estándar de tratamiento por fango activado



2) Método de re-aireación



3. La capacidad de tratamiento del método de fango activado es determinada por la concentración del fango (MLSS) dentro del tanque de aireación. En el proceso de tratamiento utilizado para el efluente de teñido, normalmente se realiza la operación a una concentración de MLSS entre 2,000 y 10,000.
4. En el método de fango activado, los microorganismos del agua se alimentan de la DBO (principalmente carbohidrato). Además necesitan del nitrógeno y de fósforo como fuente de nutrientes. El equilibrio nutritivo en este proceso se consigue cuando la relación DBO (carbón): nitrógeno: fósforo es de 100:5:1. El efluente de las plantas de teñido muchas veces presentan este equilibrio porque contiene el nitrógeno descargado de urea y agente suavizante, y el fósforo del desincrustante de caldera, etc.

(3) Combinación de los métodos de fango activado y de coagulación y sedimentación

Actualmente, muchas plantas combinan este método con el de coagulación y sedimentación, aunque también algunas lo realizan de manera independiente. Los motivos son dos: primero, porque la capacidad de tratamiento del fango activado es reducida, habiendo necesidad de eliminar previamente las sustancias orgánicas, para luego someter a la descomposición de las sustancias orgánicas con el fango activado; el segundo es para eliminar las materias colorantes relativamente fáciles de remover como son los colorantes de dispersión y pigmentos. Las distintas combinaciones de métodos (realizar la coagulación y sedimentación antes o después del uso de fango activado) presentan sus ventajas y desventajas.

(4) Otros métodos de tratamiento

Si bien es cierto que actualmente los métodos de coagulación y sedimentación y de fango activado constituyen los dos métodos más difundidos de tratamiento de efluentes de tintorerías, últimamente ante la demanda cada vez más fuerte de limpiar el medio ambiente, se pusieron en práctica otros métodos como los que a continuación se describen:

1) Método de oxidación por ozono

Este método consiste en eliminar los contaminantes inyectando ozono en el efluente. Si bien es cierto que elimina hasta cierto grado los componentes colorantes, es poco eficaz para reducir la DQO. El factor económico constituye también un limitante en el presente. Se espera que para el futuro sean desarrollados equipos eficientes.

2) Tratamiento por absorción en carbón activo

Es un método efectivo para decoloración y reducción de DQO a menos de 50. Sin embargo, dado que los contaminantes que pueden ser absorbidos en el carbón activo son sólo la quinta parte de su peso, si se quiere trabajar con el efluente muy contaminado, se necesitaría una cantidad enorme de carbón activo. Por este motivo, es un tratamiento que debería realizarse después de eliminar hasta cierto grado los contaminantes.

En el Cuadro 7-16 se presentan los métodos de tratamiento de las aguas residuales adoptados en el sector de teñido en Japón.

Cuadro 7-16

Diferentes métodos de tratamiento utilizados (sin incluir la regulación de pH) ⁶⁾

Métodos	Coagulación y sedimentación	Fango activado	Fango activado coagulación y sedimentación +fango activado	Lecho bacteriano	Coagulación+fango activado+lecho bacteriano
Empresas	8	32	36	1	1
Métodos	Fango activado + oxirreducción	Coagulación + fango activado + oxirreducción	Fango activado + absorción	Coagulación + fango activado + absorción	Coagulación+fango activado+absorción +oxirreducción
Empresas	1	2	3	4	1

La mayoría de las fábricas realizan hasta el tratamiento secundario, y el método predominante es la combinación de la coagulación y sedimentación con el uso de fango activado. Para reducir la concentración de las aguas tratadas (descarga de agua) como establece las ordenanzas, las empresas realizan el tratamiento avanzado mediante absorción según sea necesario. Para reducir los valores de DBO,

DQO y extractos de hexano, además del tratamiento biológico, se aplican los métodos físico-químicos como oxirreducción, absorción, etc. con lo que se logra eliminar un elevado porcentaje de contaminantes.

En cuanto a las medidas incorporadas en los procesos, algunas industrias procuran recuperar el líquido de procesamiento concentrado, o tratan las aguas residuales separándolas en aguas de desgrasado y de teñido. Para la variación de las cargas contaminantes, normalmente las industrias están dotadas de grandes tanques de almacenamiento de agua cruda. Por otro lado, también existen fábricas que reducen la temperatura de los efluentes de teñido mediante el enfriamiento, considerando que la alta temperatura (más de 40°C) incide negativamente al tratamiento biológico. En el caso de combinar los métodos de coagulación y sedimentación y de lodo activado, al realizar primero la coagulación y sedimentación se puede reducir la carga del lodo activado, mientras que al realizar primero el tratamiento con lodo activado, se puede reducir el costo del tratamiento de coagulación y sedimentación. El orden es definido según las propiedades de los efluentes a tratar. PVA descargado del proceso de desencolado es difícil de tratar mediante la descomposición biológica. Este componente es recuperado mediante ultrafiltro o con el uso del agente de fraguado. Existen algunas fábricas que procuran elevar la tasa de eliminación de contaminantes suministrando el oxígeno al tanque de lodo activado. Este método es útil para elevar la concentración del MLSS del tanque de lodo, y elevar la carga de los contaminantes orgánicos que requieren de tratamiento por cada volumen unitario del tanque.

En lo que concierne a los agentes tenso-activos, es difícil hablar de una medida específica para su eliminación, puesto que las cargas de DBO, DQO y su toxicidad varía dependiendo de los productos. Sin embargo, considerando que estos agentes funcionan a una concentración determinada durante el proceso, la medida de control más eficaz es la de reducir el volumen de uso de agua, y por ende el volumen de descarga de efluentes. Lo ideal sería utilizar los agentes tenso-activos biodegradables. En cuanto a los colorantes, el mayor problema es sin duda la coloración del efluente. Como se indicó al inicio de esta sección, las empresas procuran resolver este problema con métodos de oxidación por ozono o el uso de adsorbentes.

7-5 Medidas de mejoramiento técnico del sub-sector textil

7-5-1 Medidas de mejoramiento a través de la promoción de la tecnología de PML en el sub-sector textil

(1) Tecnología de producción

1) Control riguroso de la tasa de baño de tinte y promoción de reducción de tasa. La cantidad de telas a ser teñidas varía en cada lote, y se hace necesario regular la tasa de baño de tinte de acuerdo a las fórmulas y condiciones indicadas regulando la cantidad de agua que se echa. Sin embargo, en realidad la mayoría de las fábricas inyectan el agua automáticamente hasta el nivel preestablecido por cada máquina, y no se hace un control riguroso de la tasa de baño de tinte. En las fábricas visitadas, hemos observado donde la fórmula indicaba una tasa de 1:8, se trabaja con una tasa de 1:11. Los problemas en este caso se manifiestan de la siguiente manera:

1. El porcentaje (%) de los colorantes es determinado en función del peso de la fibra, y no incide directamente con la tasa de baño de tinte. Sin embargo, un gran cambio de la tasa de baño de tinte incide en la tasa de asentamiento de los colorantes, pudiendo alterar sensiblemente el color del producto acabado. Por lo tanto, se hace necesario realizar el ajuste fino de la dosis de colorantes.
2. Por otro lado, la dosis de los productos químicos (como sales, agentes tenso-activos, etc.) se determina en base a la concentración (g/lit) del baño de tinte. Por lo tanto, si la tasa de baño de tinte aumenta innecesariamente, también aumentaría la dosis de estos productos, resultando en un despilfarro e incremento de costos, a la par de aumentar la carga de contaminantes..
3. El aumento del baño de tinte implica la necesidad de mayor volumen de agua de lavado, y por ende, mayor consumo de vapor de calentamiento. En otras palabras, resulta en un despilfarro de agua y energía.
4. Si la variación de la tasa de baño de tinte influye al acabado (tono) de los productos, se haría necesario re-procesarlos, lo que implica una pérdida y despilfarro aún mayor.

Este ejemplo, podría parecer algo insignificante, y los trabajadores por su experiencia pensarían que tal variación de la tasa de baño de tinte no influiría al acabado de los productos. Sin embargo, en realidad, implica además de mayor costo de procesamiento, un mayor pérdida en términos de la conservación ambiental.

Por lo tanto, realizar un control más riguroso de la tasa de baño de tinte, tomando consciencia de su importancia y necesidad.

2) Optimización de la dosis de sales

Las fibras celulósicas incluyendo el algodón son teñidas con los colorantes reactivos. Este método utiliza una gran cantidad de sal neutra (sal de mesa o mirabilita) como agente auxiliar, cuya dosis varía según su compatibilidad con el colorante reactivo, haciendo necesario aumentar o reducir su porcentaje según la dosis del colorante. En otras palabras, la dosis óptima de la sal neutra varía según el tipo de colorante que se va a utilizar. Sin embargo, debido a que cambiar la dosis o conocer la cantidad idónea de la sal según los colorantes es un trabajo complicado, en la práctica tiende a exagerar la cantidad de uso o solamente se definen tres niveles de dosificación. En todo caso, si se quiere reducir el costo de procesamiento y la carga contaminante, es importante aplicar la cantidad óptima según el lote de teñido, evitando el uso exagerado. Se recomienda calcular la dosis idónea según la fórmula del teñido en base a las informaciones técnicas disponibles, o bien aplicar el sistema desarrollado por los fabricantes de los colorantes, según convenga a la planta.

3) Recuperación de calor residual

Se debe ahorrar la energía y reducir la temperatura de los efluentes, mediante la recuperación eficaz del calor residual.

(a) Uso del agua de enfriamiento en los procesos

Con el uso de los intercambiadores térmicos equipados en las máquinas de teñir se recupera el agua de enfriamiento calentado que sale del proceso de teñido para abastecer después a las máquinas de teñir. Este sistema es fácil de implementar porque requiere de poca inversión porque sólo consiste en instalar un tanque y una bomba. Algunas plantas ya están operando este sistema, y se espera que el resto de las fábricas también lo adopten. Asimismo, es importante mejorar el sistema existente para elevar su eficiencia.

(b) Recuperación del calor residual de los efluentes

Este método consiste en enfriar el efluente caliente que sale de las máquinas de teñido con el uso del intercambiador térmico, e inyectar el agua de enfriamiento calentado a las máquinas de teñir.

El sistema requiere de un monto relativamente mayor en comparación al sistema descrito en el inciso anterior, no obstante, el rendimiento de la inversión es alto, además que es útil para bajar la temperatura de las aguas residuales que actualmente supera el nivel establecido por DAMA.

4) Reutilización de agua

Si bien es cierto que aún existen varios problemas técnicos a resolver, la recuperación y la reutilización de agua es un tema muy importante para asegurar este recurso y reducir el costo de producción. Este problema debe ser abordado conjuntamente con el desarrollo de la tecnología de FT.

Si las máquinas de teñido es del tipo batch y el proceso está totalmente automatizado, se puede cambiar el flujo de los efluentes de cada ciclo sólo maniobrando las válvulas. De esta manera se puede separar los efluentes más contaminados de los menos contaminados. Si se va a realizar el tratamiento de efluentes, al someter al proceso solamente los efluentes muy contaminados, el sistema no tendría que ser muy grande. Y si se quiere recuperar y reutilizar el agua, se tomarían solamente los efluentes menos contaminados y de esta manera el proceso sería más simple.

5) Promoción del desarrollo tecnológico

La tecnología aplicada actualmente por las tintorerías es la combinación de las técnicas básicas con las experiencias y conocimientos técnicos acumulados por cada empresa. Una planta de teñido no se establece de noche a la mañana simplemente adoptando una nueva tecnología de fuera, sino que cada empresa ha venido desarrollando su propia tecnología acorde con la realidad. Por lo tanto, es importante estar siempre al tanto de la tendencia mundial de la nueva tecnología de teñido y de colorantes. Asimismo, es fundamental realizar un análisis escrupuloso y evaluación de las nuevas técnicas que se van a introducir a la empresa.

A continuación vamos a enumerar algunos elementos nuevos de la tecnología de PML. Recomendamos a cada empresa estrechar el enlace con los suministradores de colorantes y de las máquinas de teñir, y analizar la idoneidad de adoptar estos elementos:

1. Colorantes de dispersión que se descomponen con álcali
2. Colorantes reactivos multifuncionales
3. Proceso de teñido rápido de poliéster
4. Proceso de blanqueo cold batch
5. Proceso de teñido coldpad
6. Lavadora de alto rendimiento y ahorro de agua de lavado

(2) Tecnología de control

- 1) Normalización de las operaciones, ejecución segura de las medidas de

corrección, estabilización y mejoramiento de la calidad (reducción de la tasa de reprocesamiento)

La normalización de los trabajos y operación es fundamental para el control de proceso y de calidad. Por lo tanto, se debe poner a la práctica inmediatamente, a manera de reducir la desuniformidad y estabilizar la calidad de los productos. Subsiguientemente, se debe eliminar toda causa de defectos para mejorar aún más la calidad y reducir la tasa de reprocesamiento. De esta manera se lograría realizar la PML.

2) Campaña de sensibilización sobre el ahorro de energía y de recursos

Es obvio que el ahorro de recursos y de energía reduce el costo de producción y alivia la carga ambiental. Para lograrlo es necesario aunar los esfuerzos de cada uno de los empleados, especialmente de la sección de producción trabajando con plena dedicación. Para despertar su consciencia y lograr su colaboración, se debe levantar constantemente las campañas de sensibilización.

3) Mejoramiento del entorno laboral y ejecución segura de 5S

La excelente calidad y productividad nacen de un entorno limpio y ordenado. Se debe mejorar el entorno laboral mediante actividades dinámicas de 5S, a manera de contribuir en la PML.

4) Ordenamiento y aprovechamiento de las informaciones sobre el teñido (fórmulas de colorantes) y reducción del número de ensayos

Se debe ordenar y archivar todas las informaciones sobre las fórmulas de teñido y dosis de los colorantes anteriores, junto con las muestras de color. Estas informaciones servirán de base para responder a nuevos pedidos y desarrollar nuevas fórmulas, permitiendo reducir el número de pruebas de teñido, y ahorrar las materias primas, tiempo y mano de obra, a la par de aliviar la carga ambiental.

5) Uso de recipientes exclusivos de los productos químicos y de los agentes auxiliares (reducción de consumo de agua de lavado)

Muchos de los productos químicos y agentes auxiliares incluyendo tenso-activos, agentes de dispersión, ácidos, álcalis y otros, son medidos y preparados en el cuarto de dosificación y son distribuidos a los operadores en recipientes de plástico. Es importante utilizar recipientes exclusivos para cada tipo de productos químicos, aunque por ello resulte complejo el manejo, para ahorrar el agua de lavado. Si bien es cierto que el volumen de agua de lavado que se puede ahorrar de esta manera por cada recipiente sea insignificante, si consideramos el número y los tipos de los

productos químicos que se manejan en el proceso, a la larga, se estaría ahorrando una cantidad considerable de agua.

(3) Instalaciones

1) Renovación las máquinas de teñido

Todavía existe una buena cantidad de máquinas de teñido que datan más de diez años de antigüedad. Estas, además de requerir una elevada tasa de baño de tinte, son de bajo rendimiento. La sustitución por las máquinas de modelo reciente que requiere baja tasa de baño de tinte contribuirá al ahorro de energía y de recursos. Sin embargo, dado que la renovación requiere de un monto considerable de inversión, habrá que esperar que se recupere la producción para que las empresas estén nuevamente capacitadas a comprar nuevos equipos.

2) Promoción de automatización

Dado que las máquinas son antiguas, el grado de automatización de las fábricas también es bajo. La automatización no sólo contribuye al ahorro de mano de obra, sino también a la reducción de tasa de defectos por error humano, al ahorro de energía y de recursos, y a la reducción del volumen de las aguas residuales.

3) Instalación de los quipos de medición

Se recomienda instalar el medidor de caudal, dado que para fortalecer el control de producción es fundamental conocer el caudal de agua y de vapor, aunque este tema no concierne directamente a la operación. (El medidor no necesariamente debe ser instalado permanentemente, sino sólo cuando sea necesario.) Otro factor importante es la medición del peso de las telas en rollo.

4) Fortalecimiento del sistema de mantenimiento

Es necesario fortalecer el sistema de mantenimiento de las instalaciones para elevar su tasa de operación, prevenir los defectos y mejorar los requerimientos unitarios. El tipo de mantenimiento que realiza la mayoría de las fábricas es principalmente correctivo; en adelante se requiere realizar más el mantenimiento preventivo.

7-5-2 Medidas de mejoramiento a través de la promoción de la tecnología de FT en el sub-sector textil

(1) Instalaciones de descontaminación de aguas residuales en las fábricas estudiadas

Las aguas residuales del sub-sector textil son predominantemente alcalinas, y algunas tintorerías disponen del sistema de regulación de pH que consiste en inyectar el gas de CO₂.

Otras tintorerías, aunque muy pocas, cuentan con torre de enfriamiento para bajar la temperatura de las aguas residuales aprovechando el calor latente de vaporización de los efluentes contaminados.

Muchas plantas están equipadas de interceptores (separadores) de aceite en las zanjas. Sin embargo, dado que el contenido de aceite en los efluentes de los procesos de teñido es muy reducido, estos interceptores sirven también para separar los lubricantes y otros aceites y grasas utilizadas en las plantas.

En las zanjas están colocadas las rejillas para capturar las sustancias suspendidas grandes como hilos, etc.

Sin embargo, ninguna de las fábricas visitadas disponían del sistema de coagulación y sedimentación o de tratamiento por fango activado dado que las materias contaminantes orgánicas como DQO y DBO no llegan a superar las normas de DAMA establecidas mediante la Resolución 1074, sin que esto signifique que su concentración sea baja.

(2) Sobre el mejoramiento del sistema de tratamiento

En cuanto a pH y a la temperatura de las aguas residuales, muchas de las plantas no están cumpliendo con las normas de DAMA, debiendo tomar las contramedidas en la mayor brevedad posible.

1) Medida de regulación de pH

El sistema de regulación de pH por gas de CO₂, actualmente utilizado por algunas plantas, es más barato y simple que el sistema que utiliza las soluciones de HCl o H₂SO₄. Sin embargo, dado que los valores de pH y el caudal de los efluentes varían constantemente, es difícil realizar el control continuo de pH, y muchas veces no se puede cumplir las normas aún cuando el sistema esté operando. Ante la dificultad de realizar el control automático, el sistema es operado manualmente maniobrando la válvula de inyección del gas de CO₂. Además, se requiere aumentar la frecuencia de medición, y dar mantenimiento adecuado a los electrodos de pH. También se recomienda instalar un tanque de almacenamiento para homogeneizar la calidad de los efluentes, y dar mayor estabilidad al control.

2) Medidas contra la reducción de temperatura

Algunas plantas están dotadas de torre de enfriamiento. Este sistema, además de

requerir elevado costo de energía, presenta algunas inconveniencias como es el deterioro rápido de los componentes de la torre porque enfría directamente las aguas residuales contaminadas, y el incremento de concentración de contaminantes por la evaporación de una parte del agua.

Por lo tanto, se recomienda adoptar el sistema que reduce la temperatura y recupera el calor residual simultáneamente mediante el intercambio térmico entre los efluentes calientes y el agua de procesos.

Para ello, se requiere instalar doble válvulas en las máquinas de teñir para separar los efluentes calientes y fríos, y conducirlos a los respectivos tanques (o fosas) de almacenamiento.

3) Medidas reducción de DBO y DQO

Por otro lado, algunas plantas están estudiando la posibilidad de instalar el sistema de coagulación y sedimentación en el futuro con el fin de reducir el nivel de DQO de las aguas residuales, y actualmente está solicitando a un tercero realizar los experimentos mediante prueba de jarra de los efluentes de los procesos. Sin embargo, los datos de los ensayos indican que la tasa de eliminación es baja con 20%. Por lo tanto, recomendamos buscar los coagulantes más idóneos. Los efluentes del proceso de desencolado arrojan niveles de DQO y de DBO de 7,800 ppm y de 610 ppm respectivamente, y también son difícilmente biodegradados.

Con el fin de cumplir con las normas de DAMA (resolución 1074) es necesario instalar un sistema que regulación de pH y de reducción de temperatura (a menos de 30°C). Como primer paso, recomendamos construir el tanque de almacenamiento para minimizar la variación temporal de pH y de temperatura, absorbiendo la variación de los procesos, con una capacidad de almacenamiento equivalente a la descarga de un día de operación. Sin embargo, en el caso de instalar también un sistema de recuperación del calor residual de los efluentes que salen de los procesos de teñido, desgrasado y de blanqueo, el tanque de almacenamiento puede ser más pequeño.

Se prevé que DAMA adoptará en un futuro normas mucho más exigentes con el fin de preservar el medio ambiente de Santa Fé de Bogotá. En el caso de que se impongan valores que equivalen a la mitad de los valores actualmente aplicados, ninguna planta podrá cumplir las normas si no dispone de un sistema de tratamiento primario como el proceso de coagulación y sedimentación.

7-6 Conclusiones y recomendaciones para el fomento de las medidas de descontaminación en el sub-sector textil

7-6-1 Conclusiones para el fomento de las medidas de descontaminación en el sub-sector textil

Considerando que la contaminación industrial del sub-sector textil de Santa Fé de Bogotá es causada principalmente por el efluente de las tintorerías, hemos enfocado nuestro esfuerzo en la investigación del efluente de estos establecimientos. El porcentaje de la carga de contaminantes del efluente de este sub-sector frente al total de las industrias en Bogotá no es muy elevada; no obstante, arrojan valores sumamente elevados localmente, y se hace necesario tomar contramedidas en la mayor brevedad posible a manera de aliviar la contaminación industrial.

La contaminación del efluente se mide comparando los valores reales con las normas establecidas por DAMA. Si tomamos valores promedio de los efluentes a nivel de cada tintorería, observamos que casi todas las plantas cumplen con las normas de DAMA, con excepción de pH y temperatura. Sin embargo, es necesario tomar en cuenta que todas las tintorerías de Bogotá utilizan máquinas de teñido tipo batch, cuyo efluente varía substancialmente según las condiciones, pudiendo incumplir las normas de DAMA también en otros parámetros (DBO, DQO, etc.) Por otro lado, también hay que tomar en cuenta que las normas de DAMA son, salvo algunas excepciones, muy poco exigentes, y es imposible reducir la contaminación del río si se sigue aplicando las mismas normas. Esto nos lleva a pensar que en un futuro no remoto, la institución adoptará normas mucho más rigurosas de descarga de efluentes. En tal caso, ninguna de las tintorerías estaría cumpliendo con ellas, debiendo tomar las medidas específicas de descontaminación de sus efluentes.

7-6-2 Recomendaciones para la descontaminación industrial

(1) Tecnología de producción

En el siguiente cuadro se resumen las técnicas de producción que deben introducir el sector y las empresas, y las respectivas prioridades.

Cuadro 7-17 Medidas de mejoramiento de técnicas de producción

A corto plazo (de medio a un año)	A mediano plazo (de uno a dos años)	A largo plazo (más de dos años)
- Recuperación de calor residual del efluente	- Baja tasa de baño de tinte - Optimizar la dosis de sales - Automatización	- - Renovación de equipos para trabajar con baja tasa de baño de tinte

(2) Tecnología de control

En el siguiente cuadro se resumen las técnicas de control que deben introducir el

sector y las empresas, y las respectivas prioridades.

Cuadro 7-18 Medidas de mejoramiento de técnicas de control

A corto plazo (de medio a un año)	A mediano plazo (de 1 año a 1,5 año)	A largo plazo (más de 1.5 año)
<ul style="list-style-type: none"> - Control total de tasa de baño de tinte - Normalizar los trabajos y mejorar la calidad (reducir la tasa de reprocesamiento) - Ahorrar energía y de recursos - Campaña de sensibilización - 5S, mejorar el entorno laborar - Fortalecer el mantenimiento 	<ul style="list-style-type: none"> - Ordenar y utilizar las informaciones y datos sobre teñido (dosis de colorantes), muestras de color, etc. (reducir el número de ensayos de colores) - Obtener el certificado de ISO 9000 	<ul style="list-style-type: none"> - Obtener el certificado de ISO 14000

(3) Plantas de tratamiento de efluentes

En el siguiente cuadro se resumen las medidas de tratamiento de aguas residuales deben realizar el sector y las empresas, y las respectivas prioridades.

Cuadro 7-19 Medidas de mejoramiento de las plantas de tratamiento de efluentes

A corto plazo (de medio a un año)	A mediano plazo (de 1 año a 2 años)	A largo plazo (más de 2 años)
<ul style="list-style-type: none"> - Instalar el tanque de almacenamiento de efluentes - Instalar el regulador de pH o fortalecer el control 	<ul style="list-style-type: none"> - Instalar el sistema de coagulación y sedimentación 	<ul style="list-style-type: none"> - Instalar el sistema de fango activado

7-6-3 Acciones que deben tomar las instituciones administrativas

Para que los sectores y las empresas pudieran poner en práctica ágil y efectivamente las acciones recomendadas en el apartado 7-5-2, es fundamental contar con la intervención y apoyo ambicioso de parte de las instituciones administrativas.

Por lo tanto, extendemos las siguientes recomendaciones:

(1) Apoyo al desarrollo tecnológico

Las técnicas recomendadas en el marco de este estudio ya han sido puestas en práctica en diferentes países del mundo. Sin embargo, para que las empresas colombianas las adopten, se debe realizar primer el estudio y desarrollo o introducción de técnicas adecuadas para cada empresa. Si bien es cierto que, inicialmente, sería necesario contar con el apoyo de los fabricantes o consultores extranjeros, desde el punto de vista de los costos, de la aplicación de técnicas más adecuadas, y del fortalecimiento tecnológico, conviene que los respectivos sectores y empresas nacionales aborden la tarea de desarrollar la tecnología propia. Y en este aspecto, es fundamental contar con el apoyo de las instituciones administrativas. Este apoyo consistiría en recolección de las informaciones sobre la tecnología

mundial y provisión de las mismas a las empresas; capacitación de recursos humanos o envío del personal experto a las empresas para el desarrollo tecnológico, desarrollo de la tecnología básica demandada por las empresas; la promoción del desarrollo tecnológico con iniciativa pública, etc.

(2) Promoción de la tecnología de control

La tecnología de control tiene un gran peso dentro de las medidas de descontaminación industrial. Se propone iniciar las acciones de control de calidad, y en el futuro poner en práctica el TQC (Control Total de Calidad) y TPM (medición del rendimiento técnico). En cuanto a 5S, SENA ya ha incorporado este concepto en el programa de capacitación, pero las empresas se están demorando en introducir estas prácticas. Se debe empezar con la sensibilización del personal directivo y gerencial, para lo que se propone a DAMA implementar un programa de asesoramiento y promoción a través de ACERCAR.

(3) Designación de empresas y fábricas modelos

Las instituciones administrativas deberían estudiar la posibilidad de designar las empresas y fábricas modelo de la tecnología de PML, de ahorro energético y de descontaminación industrial con el uso de subsidios, y hacer público el éxito alcanzado para que las empresas pudieran conocer la naturaleza, las ventajas y la utilidad de estas tecnologías, y de esta manera promover la introducción de las mismas en las líneas de producción.

(4) Aplicación de incentivos financieros y tributarios

Puede ser que los empresarios no muestren gran interés en realizar inversiones en las plantas y equipos para la descontaminación industrial porque ellas no siempre les resultan rentables.

Muchas veces los empresarios deciden tomar esta acción ya sea por cumplir los reglamentos, o por pagar menos en concepto de tarifas. Consideramos necesario aplicar también incentivos financieros o tributarios a través de exoneración de impuestos, financiamiento con bajo interés, subsidios con fondo de FRATI, etc.

Bibliografía

1. Industria Textil de Colombia, Informe técnico de Cidetexco,
2. Guía para el manejo ambiental de la industria textil de Santafé de Bogotá, Informe técnico de la Asociación Nacional de Técnicos Textiles - Agosto
3. Colombia: Un mercado en renovación total, Dr. Diego F, Cancia (1998) TEXTILES PANAMERICANOS VOL.58
4. Tecnología de Producción Pro-Ambiental, Supervisión de Agencia de Medio Ambiente, Depto. del Ambiente Global, Edición del Comité Editorial de Producción Más Limpia de Kitakyushu
5. Técnicas de acabado del teñido, Kazuo Shiozawa
6. Informe de Estudio de la Asociación de Tintorerías del Japón, persona jurídica social
7. Seminario sobre técnicas prácticas del teñido, Ed. Senshokusha
8. Documento técnico de la firma Nippan Seishakusha
9. Documento técnico de la firma Santo Tekkou

7-7 Auditoría detallada –1: (Textil 1)

7-7-1 Perfil de la planta

(1) Perfil de la empresa

Domicilio:	---
Fecha de fundación:	---
Actividades	Teñido y acabado de tejidos y géneros de punto
Capital social:	---
Venta :	---
Número de empleados	190
Magnitud de la planta	Edificación: 6,000 m ² aprox.

(2) Perfil de producción

Esta es una empresa especializada en teñido por comisión. Trabaja principalmente con tejidos y géneros de punto de poliéster y poliéster/algodón. Además también maneja el algodón, algodón/lycra, nilón, etc.

(3) Organización

En la Figura 7-13 se presenta el organigrama de la empresa.

(4) Rubros y volumen de producción (capacidad instalada y ejecutada)

Rubros (materiales de teñido y acabado)	%
Tejidos y géneros de punto de poliéster 100%	30%
Tejidos y géneros de punto de poliéster 100%	30%
Tejidos y géneros de punto de poliéster y algodón	20%
Tejidos y géneros de punto de algodón 100%	15%
Tejidos y géneros de punto de algodón, nilón y lycra	5%

7-7-2 Situación actual y problemas de la tecnología de producción

(1) Breve descripción de los procesos de producción

1) Flujo de producción

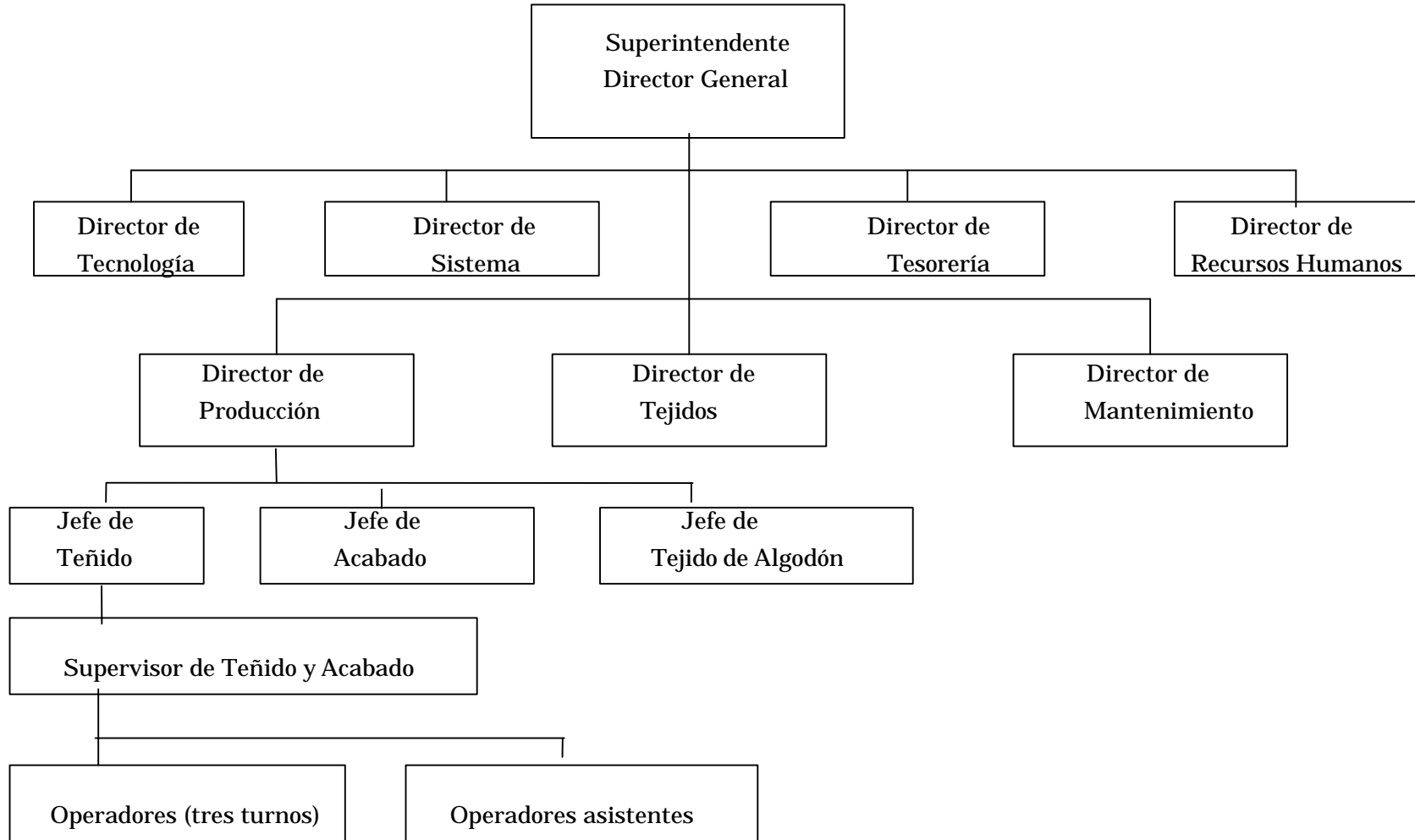
Esta planta está constituida por los procesos del teñido y del acabado. Realiza el típico proceso de teñido tipo batch que abarca desde el desgrasado hasta el tratamiento posterior en una máquina "batch".

La segunda etapa del estudio fue enfocada al proceso de teñido.

En la Figura 7-14 se muestra el flujo de procesos de la empresa.

Es el típico proceso de teñido tipo batch que abarca desde el desgrasado hasta el tratamiento posterior en una máquina "batch".

Figura 7-13 Organigrama



En la Figura 7-15 se muestra el flujo de las aguas industriales en esta planta.

El agua de enfriamiento muy calentada descargada del termocambiador utilizado para el calentamiento y enfriamiento de los líquidos en cada etapa del teñido es conducida y almacenada en un foso, diseñado para este fin, y es reutilizada posteriormente en los diferentes procesos. Este sistema resulta sumamente útil para ahorrar la energía y acortar los ciclos utilizando efectivamente el calor residual.

2) Condiciones de producción

En los Cuadro 7-20 y 7-21 se resumen las condiciones de teñido de poliéster y de poliéster/algodón, respectivamente. Para el poliéster se adoptan las condiciones de operación estándar mundialmente difundidas, mientras que para el poliéster/algodón, se utiliza el método de “teñido one-step” que contribuye al ahorro de energía y recursos y que se está difundiendo últimamente en diversos países del mundo. Sin embargo, existen diferentes variaciones del método “one-step”, y se hace necesario encontrar el método más idóneo.

En cuanto al uso de agua, tampoco en esta planta se dispone de datos exactos de consumo. Dado que las telas de poliéster también absorben una buena cantidad de agua, para conocer el volumen exacto suministrado a las máquinas de teñido, se hace necesario efectuar la medición. En nuestro estudio, no obstante, hemos hecho una estimación, a grosso modo, del consumo de agua en esta planta.

3) Lista de equipos

En los Cuadros 7-22 se entregan las listas de equipos de esta planta. La empresa trabaja principalmente con 16 máquinas de teñido tipo JET. Además cuenta con 9 máquinas tipo “Overflow” y dos tipo “Wince”. Existen modelos antiguos y nuevos; los antiguos datan de más de diez años, y son mucho menos eficaces en comparación con los nuevos modelos. Para el acabado, cuenta con extractores, secadores, compactadores, etc. para el algodón.

(2) Problemas de la tecnología de procesamiento

Existe un esquema racional de recuperación térmica y de las condiciones de procesamiento. Se recomienda invertir mayor esfuerzo en el aislamiento térmico de las máquinas de teñir de poliéster a alta presión, recogida de datos del requerimiento de agua y vapor, optimizar la dosis de la sal neutra, etc.

Figura 7-14 Flujo de procesos de produccion

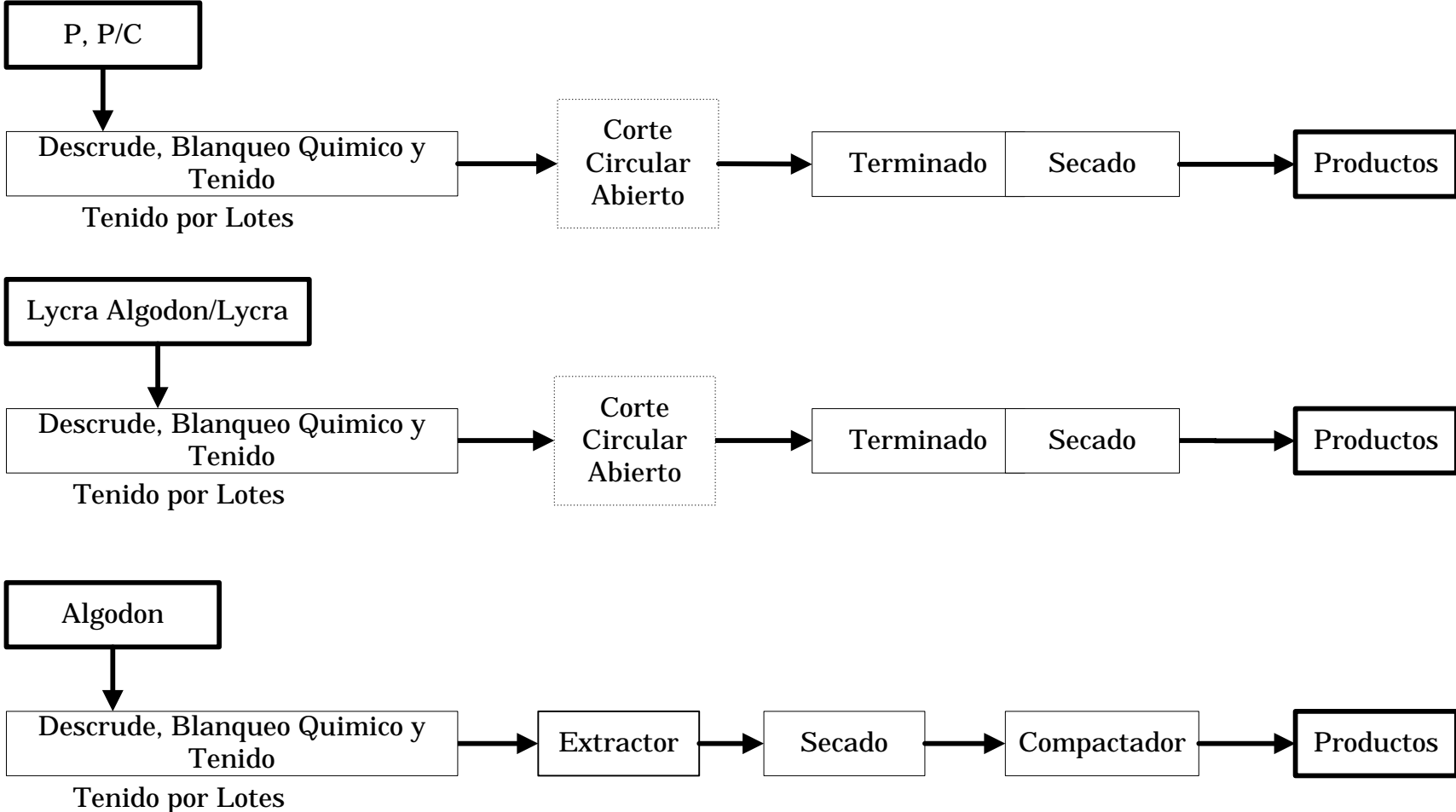
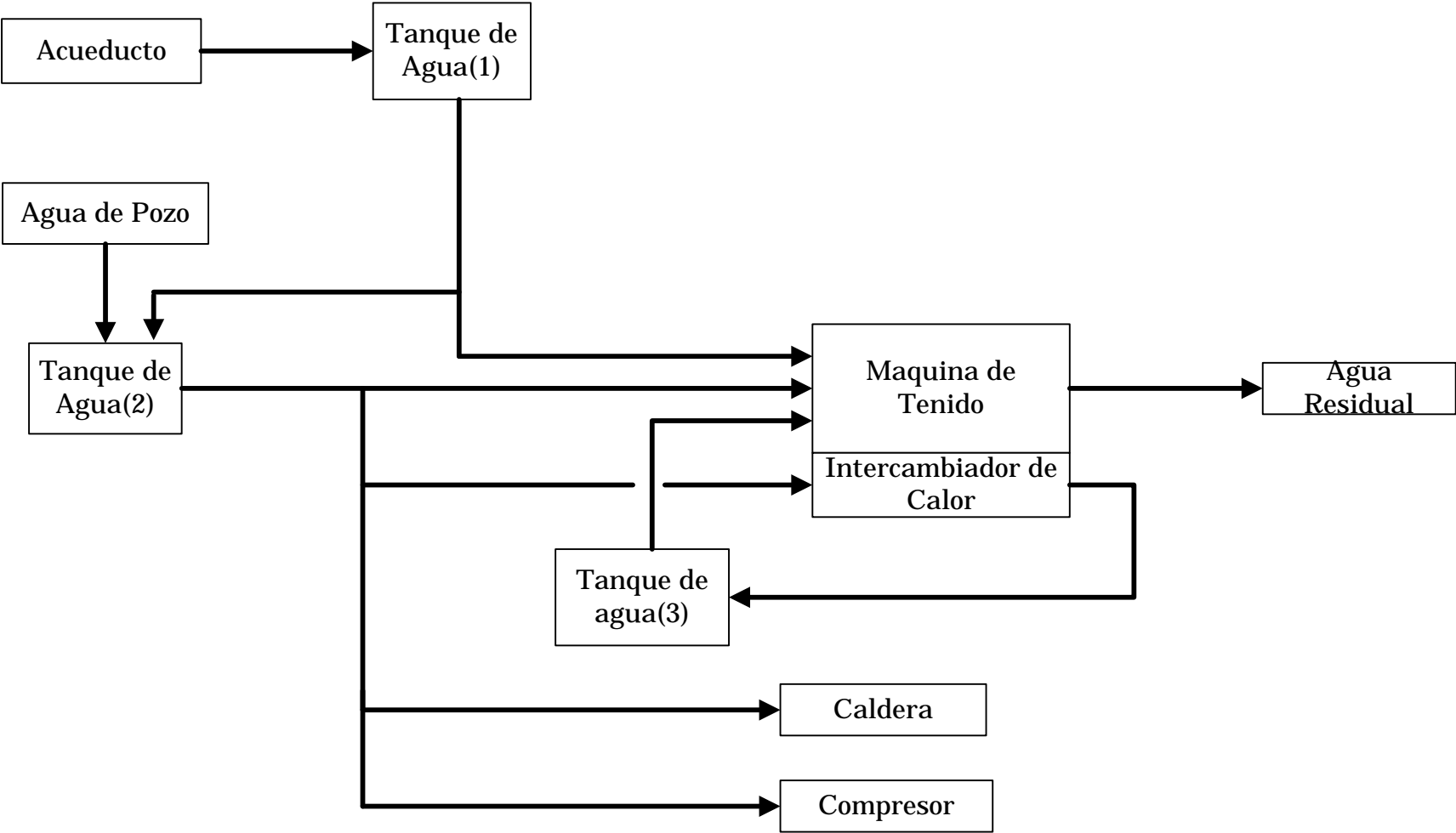


Figura 7-15 Flujo de agua



Cuadro 7-20 Condiciones de teñido de poliéster

Paso	Material usado	Cantidad	Temp.	Tiempo	Agua residual
Descrude	Agua	1600 L	90	30 min	
	DEHSCOTEX MC	800 g			
	SAL COMPLEXAN	1280 g			
	MP	4800 g			
	Soda cáustica(48° BE)				
(Descarga)					1460 L
Lavado	Agua	1460 L	80	10 min	
(Descarga)					1460 L
Neutralizacion	Agua	1460 L	30	10 min	
	Acido acético	640 g			
(Descarga)			70	30 min	1460 L
Teñido (Calentamiento)	Agua	1460 L	130		
	CIBAFLUID C	800 g			
	INDOLMAR PW	800 g			
	DEHACLEAN MIT	800 g			
	Acido acético	240 g			
	AMARILLO SERILENE 4GNLS	99.4 g			
	NARANJA CORACRON RC	1050.8 g			
	AZUL MARINO CORALRON RNC	2414.0 g			
(Descarga)			60		1460 L
Lavado	Agua	1460 L	30		
(Descarga)					1460 L
Lavado	Agua	1460 L	30		
(Descarga)					1460 L

Cuadro 7-21 Condiciones de teñido de géneros de punto de poliéster/algodón

Paso	Material usado	Cantidad	Temp.	Tiempo	Agua residual
Descrude	Agua CIBAFLUID C INDOLMAR PW INDOL 20202 DHEACLEAN MIT Acido acético	1600 g 800 g 1600 g 800 g 160 g	90	20 min	
(Descarga)			60		1340 L
Lavado	Agua	1340 L	80	10 min	
(Descarga)			60		1340 L
Neutralizacion	Agua Acido acético	1340 L 640 g	30	10 min	
(Descarga)					1340 L
Teñido	Agua CIBAFLUID C INDOLMAR PW INDOL 20202 DHEACLEAN MIT Acido acético (Dyestuff) AZUL MARINO CORACRON NARANSA CORACRON AMARILLO CORACRON GC AMARILLO EVERZOL 3RS NEGRO REMAZOL B NARANIA BTE EVAZOL 3R	1340 L 1600 g 800 g 1600 g 800 g 160g 890.88 g 307.20 g 36.86 g 511.49 g 3978.24g 2995.20 g	130	30 min	
	Sal	128 g	80		
	Sodio Carbonato	12.8 g	60	45 min	
	Soda cáustica	3.2 g	pH10.8	10 min	
(Descarga)					1340 L
Lavado	Agua	1340 L	70		
(Descarga)					1340 L
Neutralizacion	Agua Acido acético	1340 L	50	10 min	
(Descarga)					1340 L
Lavado	Agua CIBAPON R	1340 L 1600 g	80	20 min	
(Descarga)			60		1340 L
Lavado	Agua CIBAPON R	1340 L 1600 g	80	20 min	
(Descarga)			60		1340 L
Lavado	Agua	1340 L	70	10 min	
(Descarga)					1340 L
Lavado	Agua	1340 L	30	10 min	
(Descarga)					1340 L

Cuadro 7-22 Lista de equipos

(1) Proceso de teñido

No.	Tipo	Fabricante	Razón de baño	Tela	Capacidad
1	JET	ATYC	1:8	P, P/C	
2	JET	ATYC	1:8	P, P/C	
3	JET	ATYC	1:8	P, P/C	
4	JET	ATYC	1:8	P, P/C	
5	JET	ATYC	1:8	P, P/C	
6	JET	ATYC	1:8	P, P/C	
7	JET	ATYC	1:8	P, P/C	
8	JET	ATYC	1:8	P, P/C	
9	JET	ATYC	1:8	P, P/C	
10	JET	ATYC	1:8	P, P/C	
11	JET	ATYC	1:8	P, P/C	
12	Overflow	MCS	1:10	C, C/L, N	
13	Overflow	Scholl	1:10		
14	Overflow	Citex	1:10	N, C	
15	Overflow	Citex	1:10	N, C	
16	Overflow	ATYC	1:10		
17	Overflow	ATYC	1:10		
18	Wince	BARCA			
19	Overflow	ATYC	1:10		
20	Overflow	ATYC	1:10		
21	Wince	BARCA			
22	JET	Then	1:5	C/L, P/C, N	
23	JET	Then	1:5	C/L, P/C, N	
24	JET	Then	1:5	C/L, P/C, N	
25	JET	Scholl	1:6	P/C, C/L, C, N/L	
26	JET	Scholl	1:6	P/C, C/L, C, N/L	
27	Overflow	Scholl	1:6	P/C, C/L, C, N/L	
28 ~ 30	Centrifugal				

(Note) C: Cotton, L: Lycra, P: Polyester, N: Nylon

(2) Proceso de acabado

No.	Tipo	Fabricante	Tela	Capacidad
1	Opening Circular	BLNCO	P, P/C	
2 ~ 3	Drying & Heat Set	KRANTZ	P, P/C	
4	Drying & Heat Set	MONFORTS	P, P/C	
5	Extractor	SANTEX	C, C/L	
6	Dryer	SANTEX	C, C/L	
7	Compactor	SANTEX	C,C/L	
8	Compactor	SPEROTTO	C, C/L	

(3) Servicios

No.	Tipo	Fabricante	Capacidad
1	Steam Boiler	DISTRAC	700 HP
2	Steam Boiler	DISTRAC	700 HP
3	Oil Heater	KONUS KESSEL	1,600,000 kcal
4	Oil Heater	KOUNS KESSEL	1,600,000 kcal

7-7-3 Situación actual y problemas de la tecnología de control

(1) Control de existencias

Los rollos de telas blancas enviados por los clientes que llegan en camiones son registrados en la computadora de la recepción, y las paletas con rollos son apiladas en el piso. La cantidad es de 40 TM aprox. Dado que los materiales llegan acorde con el plazo de entrega, estos no permanecen largo tiempo en el depósito.

Las existencias de colorantes, agentes auxiliares y de productos químicos son controlados diariamente en la oficina mediante el sistema computarizado.

(2) Control de procesos

El plan de producción es elaborada cada semana (todos los viernes se reúne el personal de administración y de producción). El volumen de producción es de 10 a 12 TM al día, utilizando 26 máquinas de teñido.

El avance del trabajo es controlado por el jefe de producción, quien inspecciona la planta todas las mañanas, emitiendo las instrucciones necesarias. La sección de teñido funciona con tres turnos durante 24 horas. Cada turno está integrado por 11 trabajadores (1 jefe, 7 operadores de máquinas de teñido, 1 operador del centrifugador, y 2 operadores que preparan los colorantes y productos químicos). En total trabaja en esta sección 35 personas. Dado que el número del personal es reducido, las instrucciones son transmitidas rápidamente. Las Fórmulas y los Programas están colocados en la pared externa del despacho, para que los operadores puedan consultar cuando sea necesario.

(3) Control de operación

En esta empresa la operación de las máquinas de teñido por chorro es controlada mediante el sistema totalmente computarizado, excepto la colocación y el retiro de las telas, y la aplicación de colorantes y de productos químicos. El sistema computarizado opera ingresando las condiciones de trabajo en el panel de control del despacho. Este sistema avisa con zumbador el momento de aplicar los colorantes y los productos químicos. Por lo tanto, la operación de estas máquinas no requieren de mucha mano de obra o de operación manual compleja. En todo caso, tampoco aquí se tienen las normas documentadas de trabajo y de operación. Es indispensable normalizar los trabajos, puesto que el hecho de que el proceso haya sido automatizado, aún siguen habiendo trabajos que deben ser realizados por el hombre, como por ejemplo, ingreso de datos (condiciones de operación) al panel de control, inspección del tipo y cantidad de telas, manejo de telas, medición y preparación de colorantes y productos químicos, operación de las válvulas, corrección de

desperfectos mecánicos (atasco), etc. Además, actualmente se realiza la capacitación de los trabajadores en la modalidad de “on-the-job training”, comenzando con la preparación de productos químicos, operación de centrifugador, abrir y doblar telas, hasta la operación de las máquinas de teñir. La normalización de trabajos es indispensable también en el sentido de transferir correctamente las técnicas.

(4) Control de costos

Los datos generales y detallados de los costos de toda la fábrica están archivados en las computadoras. Sin embargo, sólo el jefe de la fábrica tiene acceso a estos datos, y los operadores desconocen los costos. Tampoco se da el control del requerimiento unitario.

(5) Control de calidad

La fórmula del teñido es preparado después de realizar el teñido de prueba, comparación de colores y ensayos de firmeza con el uso de CCS (Computer Color Search) y CCM (Computer Color Match) en el Laboratorio de Color. Una vez determinada la fórmula, ésta es transmitida a los trabajadores, quienes realizan la preparación de colorantes y productos químicos, y el teñido siguiendo esas instrucciones. Sin embargo, la inspección de calidad de los productos sólo se efectúa para los parámetros de pH del baño y el color del producto acabado (comparación visual con la muestra). La aprobación es responsabilidad del supervisor y del jefe de sección.

La tasa de re-procesamiento (re-processing rate) es de 2 a 3% como promedio, lo cual es un nivel relativamente bueno.

(6) Control de instalaciones

La planta cuenta con 15 ingenieros y mecánicos que se hacen cargo de dar mantenimiento preventivo y correctivo. Los trabajos consisten predominantemente en la reparación de los sellos mecánicos y en el cambio de los componentes electrónicos y eléctricos. Las máquinas de teñir no presentan corrosión. Si bien es cierto que actualmente no existen grandes problemas en lo que concierne al control de instalaciones, la empresa se propone fortalecer más la sección.

(7) Control de medio ambiente

La empresa cuenta con un sistema de monitoreo continuo de pH de las aguas residuales, que inyecta automáticamente el gas carbónico para neutralizarlas antes de descargar. Sin embargo, se observó que las válvulas del tanque de

almacenamiento del gas carbónico estaban cerradas de vez en cuando, y que se descargaban aguas residuales de pH 10. Es importante fortalecer y controlar estrictamente mediante inspección y registro diario de las aguas residuales.

En cuanto al entorno laboral, es necesario mejorar la ventilación del cuarto de preparación de productos químicos (se perciben fuertes olores a ácido y de solventes.)

El grado de limpieza de los lugares de trabajo es en general bueno, porque se realiza el aseo del piso periódicamente. Sin embargo, convendría mejorar el drenaje de los lugares donde, eventualmente, se forman charcos.

En general, hay buena disciplina de los trabajadores.

7-7-4 Descarga de los contaminantes industriales y técnicas de tratamiento

(1) Volumen descargado y calidad de agua

En el Cuadro 7-23 se muestra la calidad de los efluentes descargados de cada etapa del proceso de teñido de poliéster y de poliéster/algodón. En ambos casos, observamos que los efluentes de los procesos de desgrasado y de teñido presentan niveles de DQO de más de 2,000 y de más de 10,000, respectivamente. Los valores de pH y de temperatura también son elevados. El análisis de la muestra de efluente compuesto (mezcla de efluentes de todos los procesos) arrojó elevado grado de contaminación.

El volumen descargado de agua debe ser similar al volumen consumido. Sin embargo, ante la indisponibilidad de datos cuantitativos, hemos calculado a grosso modo el consumo de agua a partir de la tasa de baño de tinte y de la cantidad de agua absorbida en las telas.

(2) Instalaciones de tratamiento de aguas residuales

En esta planta se realiza el control de pH de las aguas residuales aplicando el gas de CO₂. El nivel de pH es monitoreado continuamente mediante el indicador de pH, y se hace la regulación operando las válvulas manualmente. Sin embargo, en realidad, no existe un estricto control de pH, y se presentan algunos casos que aún cuando se detecte el nivel de pH 9, no se aplica el gas CO₂. Por otro lado, la planta no cuenta con un sistema de control de temperatura, y las aguas residuales presentan valores que superan las normas establecidas por DAMA.

Cuadro 7-23 Calidad de efluentes del proceso de teñido de poliéster y de poliéster/algodón

No.	Kind of Waste Water	Color	Temp	pH	Cond.	Turb.	Oil	COD	SS	Hexan	Quantity
					s/cm	NHU	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	l/batch
(1) Polyester 100%											
1	Scouring	Pale Purple	59	13.2	7.29	390	1320	1331	3	21.0	1460
2	Washing at 80 Cx10min	Pale Purple	60	12.7	2.50	282	545	2007	1	7.3	1460
3	Neutralization at 30 Cx10	Transparent	44	7.1	0.61	45	202	474	26	0.6	1460
4	Dyeing	Brown	59	6.6	0.80	> 999	156	2517	158	14.0	1460
5	Washing at 30 Cx5min	Dark Yellow	38	8.2	0.30	207	26	245	5	0.7	1460
6	Washing at 30 Cx5min	Yellow	35	8.4	0.30	116	15	79	2	7.5	1460
7	Composite			11.4	1.72	223	181.5				7560
(2) Polyester/Cotton											
1	Scouring at 90 Cx30min	Light Yellow	59	13.2	6.38	146	2070	1184	40	33.7	1340
2	Washing at 80 Cx10min	Light Yellow	58	12.6	2.15	62	478	39	4	5.1	1340
3	Neutralization at 30 Cx10	Transparent	45	8.1	0.68	41	140	545	27	4.5	1340
4	Dyeing at 130 C & 60 C	Dark Purple	58	12.2	93.90	141	50	11860	228	11.5	1340
5	Washing at 70 Cx10min	Dark Purple	52	10.9	35.50	147	76	3754	106	75.5	1340
6	Neutralization at 50 Cx10	Dark Purple	55	11.0	13.60	102	80	771	55	80.4	1340
7	Washing at 80 Cx20min	Purple	58	10.5	5.24	117	96	352	43	95.6	1340
8	Washing at 80 Cx20min	Transparent	56	10.2	2.23	69	71	217	22	71.3	1340
9	Washing at 70 Cx10min	Transparent	55	9.6	1.03	31	36	103	1	36.0	1340
10	Washing at 30 C	Transparent	43	8.9	0.47	14	22	36	1	21.9	1340
11	Composite			10.9	18.5	25	110				13400

7-7-5 Propuesta de medidas de descontaminación industrial y recomendaciones

(1) Técnicas de producción

Hacemos las siguientes propuestas y recomendaciones de mejoramiento

Cuadro 7-24 Recomendaciones de mejoramiento de técnicas de producción

Complejidad de ejecución		
Baja	Mediana	Alta
- Recuperación de agua residual del efluente	- Mejoramiento de los cuartos de dosificación de productos químicos y agentes auxiliares	- Optimización de la dosis de sales neutros

(2) Técnicas de control

Hacemos las siguientes propuestas y recomendaciones de mejoramiento

Cuadro 7-25 Recomendaciones de mejoramiento de técnicas de control

Complejidad de ejecución		
Baja	Mediana	Alta
- Normalizar los trabajos (cumplimiento de trabajos normalizados) - Ahorrar energía y recursos Realizar campañas - Preparar registros de inspección de pH de efluentes - Uso de recipientes exclusivos para cada producto químico y agente auxiliar - Drenaje del piso del lugar de trabajo	- Mejoramiento de los cuartos de dosificación de productos químicos y agentes auxiliares - Dar un control cabal de tasa de baño de tinte	- Establecer el sistema de control de requerimiento unitario

(3) Instalaciones de tratamiento de efluentes

Hacemos las siguientes propuestas y recomendaciones de mejoramiento

Cuadro 7-26 Recomendaciones de mejoramiento de tratamiento de efluentes

Complejidad de ejecución		
Baja	Mediana	Alta
- Instalar el tanque de almacenamiento de efluentes - Instalar el regulador de pH	- Instalar el sistema de precipitación coagulativa	- Instalar el sistema de fango activado

7-7-6 Costos requeridos según alternativas y evaluación económica

(1) Alternativa 1: Instalación del equipo de termorreuperación

- Recuperar el calor residual del efluente de más de 60°C.
- Calentar el agua de procesos de 25°C hasta 50°C.
- Instalar el tanque de almacenamiento y de agua caliente de una capacidad de 50TM, suponiendo el volumen de efluente de 60°C en 50TM/h.

1) Costo requerido

1.	Foso	US\$ 10,000
2.	Equipos (bomba de conducción, filtro, intercambiador térmico, tanque y bomba de agua caliente, instrumentos de medición, etc.)	100,000
3.	Obra de instalación	10,000
Total		US\$ 120,000

2) Evaluación económica

1.	Calor recuperado	$50,000 \times (50 - 25) = 1,250,000 \text{ Kcal/hr}$
2.	Reducción de fueloil	$1,250,000 / 9,600 = 130 \text{ litter / hr}$ Caloría convertida en vapor por cada litro de fueloil $= 12,800 \times 0.75 \text{ (eficiencia)} = 9,600 \text{ Kcal / litro}$
3.	Costo de reducción de fueloil	$130 \times 0.15 = 20 \text{ US\$ / hr}$ (suponiendo el precio por cada litro de fueloil de US\$ 0.15)
4.	Costo de energía para bombas	$15 \times 0.1 = 1.5 \text{ US\$ / hr}$ (suponiendo que dos bombas consumen en conjunto 15 Kw, y que el precio de electricidad es de US\$ 0.1/Kw)
5.	Ahorro de costos al año	$(20 - 1.5) \text{ US\$/hr} \times 24 \text{ hr/día} \times 300 \text{ días/año}$ $= 133,200 \text{ US\$ / año}$

Si bien es cierto que hemos utilizado valores virtuales, se considera que la inversión es plenamente justificable para esta alternativa.

(2) Alternativa 2: Instalación del tanque de almacenamiento de efluentes

- Dado que una máquina de teñido descarga de 10 a 80 TM de efluentes por batch (lote), se requiere de un tanque de almacenamiento con una capacidad aproximada de 200 TM.
- El tanque de almacenamiento será del tipo foso.
- Dado que la decarga media de efluente es de 50 TM/hora, y tomando en cuenta la circulación y agitación, se requiere instalar una bomba de descarga de 100 TM/hr x 10 m aprox.

1) Costo requerido

Instalación de foso	US\$ 20,000
Bomba (acero inoxidable)	5,000
Obra de instalación	5,000
Total	US\$ 30,000

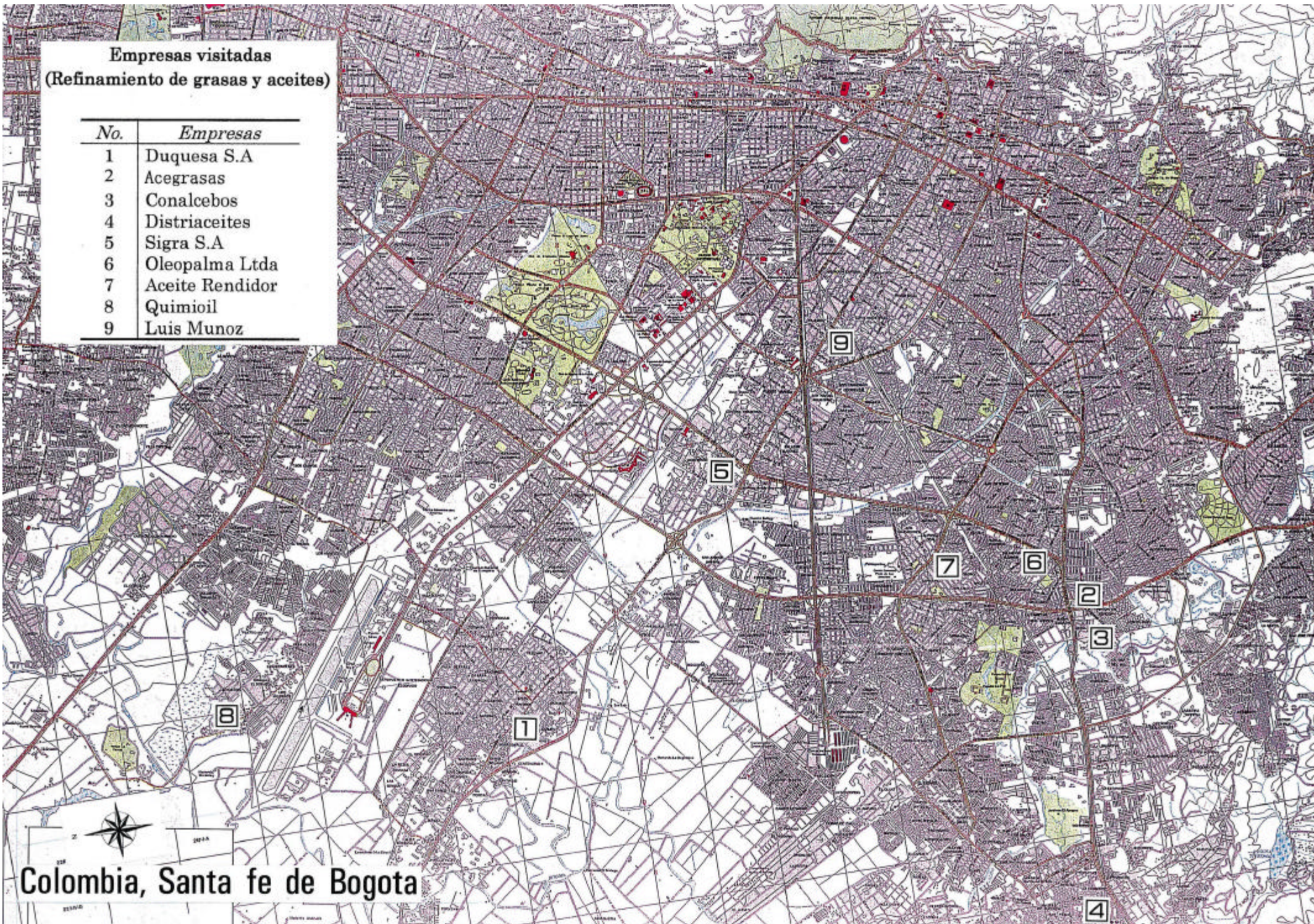
2) Evaluación económica

Esta alternativa no trae consigo una reducción directa de costos, pero puede ser una ventaja dependiendo de las tarifas reglamentadas que imponga DAMA.

CAPITULO 8
ANTEPROYECTO DEL PLAN DE DESCONTAMINACION
DEL SUB-SECTOR DE REFINAMIENTO
DE GRASAS Y ACEITES

Empresas visitadas
(Refinamiento de grasas y aceites)

No.	Empresas
1	Duquesa S.A
2	Acegrasas
3	Conalcebos
4	Distriaceites
5	Sigra S.A
6	Oleopalma Ltda
7	Aceite Rendidor
8	Quimioil
9	Luis Munoz



Colombia, Santa fe de Bogota

CAPITULO 8
ANTEPROYECTO DEL PLAN DE DESCONTAMINACION
DEL SUB-SECTOR DE REFINAMIENTO DE GRASAS Y ACEITES

8-1 Perfil del sub-sector de refinamiento de grasas y aceites

8-1-1 Empresas del sub-sector de refinamiento de grasas y aceites

A pesar de no ser una cifra confirmada, el número actual de las empresas de refinamiento en Santa Fé de Bogotá es aproximadamente de 30, y la Asociación de las Empresas de Refinamiento de Bogotá se compone únicamente de Grasco, Acegrasas y Unilever Andina, las tres mayores en la Capital y clasificadas dentro de las diez mayores del país, ocupando un 90% de la producción total de la República.

Al clasificarlas conforme a las materias primas usadas y las visitas realizadas, queda como sigue se indica en el Cuadro 8-1 (confirmado en la segunda etapa del estudio).

Cuadro 8-1
Clasificación del sub-sector de refinamiento de grasas y aceites
de Santa Fé de Bogotá

Materias primas	Número de empresas (estimado)	Empresas visitadas
Aceite vegetal	18	5
Aceite animal	9	2
Aceite mineral	1	1
Total	28	8

Actualmente, sin embargo, les resulta difícil mantener una tasa de operación alta por las siguientes razones:

1. Altos intereses bancarios para el financiamiento de la operación;
2. bajo índice de consumo a nivel individual por la alta tasa de desempleo;
3. dificultad de importación de materias primas por la devaluación del peso colombiano en un 50%;
4. aumento de productos importados por una creciente capacidad de competencia de las empresas extranjeras y nacionales;
5. interrupción de producción de aceite de soya, grasas animales, etc. por cuestión de la seguridad en los lugares de producción de las materias primas; y,
6. fuerte competencia de precios con otras materias primas (entrada al refinamiento de grasas y aceites de materias primas nuevas)

Dentro de este panorama económico, el equipo de estudio realizó la primera etapa del estudio del 23 de octubre al 18 de 1998, y la segunda etapa del 9 de febrero al 8 de marzo de 1999. En el curso del estudio, se realizó visitas a las siguientes nueve empresas. En la segunda etapa, se visitaron dos empresas en modalidad de auditoría detallada y seis, de seguimiento, sumando en total ocho empresas (véase el Cuadro 8-2).

Cuadro 8-2 Empresas visitadas

Fecha de visita	Empresas	Dirección
1) 23 y 26 de octubre '98 2) 26 de febrero de '99	Duquesa S.A	Carrera 106 No.23-86
1) 27 de octubre de '98	Acegrasas	Autopista Sur No.57-21
1) 29 y 30 de oct. '98 2) 12 de febrero de '99	Conalcebos	Carrera 61 No.48-51 Sur
1) 3 y 4 de nov. de '98 2) 15 de febrero de '99	Distriaceites	Carrera 1E No.12-68 Bosa
1) 5 y 6 de nov. de '98 2) 9,10, 17, 18, 22 y 24 de febrero, 3 y 8 de marzo de '99	Sigra S.A	Calle 17 No.68B-88
1) 9 y 10 de nov. de '98 2) 12 de febrero de '99	Oleopalma Ltda	Carrera 52A No.43-37 Sur
1) 11 y 12 de nov. de '98 2) 1 de marzo de '99	Aceite Rendidor	Carrera 62 No.32-03 Sur
1) 13 de nov. de '98 2) 15 de febrero de '99	Quimioil	Carrera 14 No.3-46 Engt
1) 18 de nov. de '98 2) 8, 11, 16, 19, 23 y 25 de febrero y 5 de marzo de '99	Luis Munoz	Carrera 41 No.10A-82

La mayoría de las empresas seguían presentando dificultades en conseguir materias primas para mantener su operación, tanto es así que la tasa de operación era peor en esta etapa que en la etapa anterior del estudio, y no alcanza el 60% (véase el Cuadro 8-3).

Cuadro 8-3 Tasa de operación de las empresas visitadas

	F-1	F-2	F-3	F-4	F-5	F-6	F-7	F-8	F-9	Promedio
Tasa (%)	80	?	50	50	100	30	0	75	33	52

*1 EL promedio es la media aritmética

*2 De aquí en adelante las empresas serán especificadas como F-1, F-2...F-9etc.

(1) Materias primas

El sub-sector de refinamiento de aceites y grasas en Santa Fé de Bogotá utiliza las tres clases de materias primas mencionadas en el cuadro 8-1, y su mayoría usa grasas de origen vegetal.

- 1) Aceites y grasas vegetales (seis empresas visitadas)

- (a) aceite de soya (importado)
- (b) aceite de coco (nacional)
- (c) aceite de hueso de coco (importado)
- (d) aceite de ajonjolí (nacional)
- 2) Grasas animales (dos empresas visitadas)
 - (a) grasa de vacuno
- 3) Aceite mineral (una empresa visitada)
 - (a) aceite de parafina procedente del crudo

(2) Productos terminados

Según las materias primas usadas, los productos finales varían como se ve en el Cuadro 8-4. El aceite comestible como la margarina es transportado directamente a los mercados, mientras que el resto de los productos terminados son destinados a los grandes consumidores industriales, sobre todo, para la industria de alimentación.

Cuadro 8-4 Materias primas y productos terminados

Materias primas	Comestible	Industrial	Grasa sólida	Margarina
Aceite vegetal	0	0	0	0
Aceite animal	0	0		
Aceite mineral		0		

(3) Perfil de las empresas visitadas

En el Cuadro 8-5 se muestran las principales características de las empresas visitadas en la primera y segunda etapa del estudio.

1) Año de fundación

El año de fundación varía entre 7 a 42 años atrás, aunque la mayoría de las empresas fueron fundadas después de la década de los 80, por lo que muchas son consideradas emergentes.

2) Número de empleados

Hay bastante diferencia entre las empresas, oscilando entre 6 y 400. No obstante, hay bastantes empresas de administración familiar con menos de 50 trabajadores.

3) Volumen de descarga de las aguas residuales

Aquí también se ve gran diferencia desde 1m³ hasta 7,200 m³/mes, sin que se vea un equilibrio razonable.

Cuadro 8-5 Perfil de las empresas visitadas

	Empleados	Aguas residuales (m ³ /mes)
F-1	210	1,750
F-2	400	7,200
F-3	31	280
F-4	40	125
F-5	86	580
F-6	8	70
F-7	7	1
F-8	6	1
F-9	27	100

* 1. Se incluye el volumen estimado.

8-1-2 Posición del sub-sector de refinamiento de grasas y aceites en Colombia y en Santa Fé de Bogotá

(1) Número de empresas en el sub-sector

1) En Colombia y Santa Fé de Bogotá

Las estadísticas indican existían en Colombia 62 empresas de refinamiento de grasas y aceites en 1995, y 57 en 1996. Actualmente, el sub-sector se halla en una fase de reestructuración (asociación y clausura de empresas). En esta etapa, también hemos observado algunas empresas en proceso de asociación.

El número de empresas de este sub-sector ubicadas en Santa Fe de Bogotá es el que aparece en el Cuadro 8-1. Podemos ver que la casi la mitad de las empresas del país se ubica en Bogotá.

2) En Japón

Esas empresas hacen tanto el exprimido de aceite como su refinamiento. Una parte de ellas también se dedica paralelamente al procesamiento de aceites y grasas, y/o procesamiento de proteínas.

Existen aproximadamente cien empresas y la capacidad total diaria de tratamiento de materia prima es de 31,000 TM, de las cuales unas 21,000 son cubiertas por 10 empresas con capacidad superior a mil diarias, consecuencia de un proceso de ensanchamiento de proporción empresarial (para más detalles, véase el apartado 8-4-3(1)).

(2) Volumen de producción

1) Colombia

El volumen de producción de aceites y grasas en Colombia, como vemos en el Cuadro 8-6, fue de 370,000 TM en 1996. Las principales materias primas son la palma, hueso de palma y soya.

La producción de aceite animal es de unas 5,000 TM que corresponde apenas a 1% del aceite vegetal.

El consumo en 1996 fue de unas 360,000 TM que se desglosan de las siguiente manera:

- Uso independiente (167,000 TM)
- Margarina, shortening (136,000 TM)
- Manteca de cerdo, etc. (59,000 TM)

El consumo diario por persona del aceite refinado comestible fue de 26 g en 1996, que es la mitad de lo que un japonés consume.

2) En Japón

Como indica el cuadro 8-7, la producción de aceites y grasas de origen vegetal en Japón fue de unas 2,460,000 toneladas en 1997, cuyas principales materias primas son soya, colza y palma.

Un 97% de ellos es extraído de materias primas importadas, mientras que la producción nacional se realiza sólo con el salvado de arroz en una pequeña cantidad de unas 70,000 TM.

Cuadro 8-6 Producción de aceites comestibles principales en Colombia (en TM/año)

	1995	1996
Total aceite vegetal	364,755.3	367,581.3
Palma + hueso de palma	298,302.4	306,339.0
Soya	54,166.8	39,926.8
Girasol	3,537.1	7,601.4
Maíz	2,569.1	3,231.1
Algodón	1,654.3	2,550.5
Ajonjolí	1,153.2	1,433.4
Nuez	330.0	231.1
Higo	92.6	60.4
Palmera	47.4	26.8
Ricino	2.0	24.0
Maní	0.0	16.2
Olivo	871.0	0.0
Otros	2,029.4	6,140.6
Total aceite animal	5,347.5	4,255.1
Res	5,317.9	4,255.1
Pescado	29.6	0

En cuanto a las grasas y aceites animales, se producen unas 350,000 TM, cifra que está en descenso, especialmente en la producción de aceite de pescado. Esto obedece al giro obligado a otros aceites y grasas como vegetales menos costosos que han

hecho estas empresas para destinar sus productos a los usuarios industriales del procesamiento, alimentos de peces, etc., debido al incremento de precios.

Del consumo doméstico, un 80% es de origen vegetal, y del 90% si se trata de aceites para uso comestible.

En 1997, se consumieron unas 2,450,000 TM de aceites comestibles y sus usos son como siguen:

Uso como tal (1,360,000 TM),

Para margarina y manteca (420,000 TM),

Mayonesa, aceites y grasas procesados, grasa de cerdo, etc. (670,000 TM).

El consumo diario per cápita del aceite refinado ha aumentado de 38 gramos en 1980 a 50 gramos en 1997, aunque en los últimos cinco años, este crecimiento está estancado con un incremento sólo de un 4%.

En 1980 38.1g/persona-día

En 1993 46.9 g/ persona-día

En 1995 48.2 g/ persona-día

En 1997 50.0 g/ persona-día

Cuadro 8-7 Producción de aceites y grasas en Japón

Unidad: en miles de TM/año

	1994	1995	1996	1997
Total aceite vegetal	2,263	2,361	2,357	2,458
- Materias primas nacionales	65			
- Salvado de arroz	64	72	65	66
- Materias primas importadas	2,198	2,221	2,235	2,327
- Soya	665	695	674	693
- Colza	796	801	828	862
- Semilla de algodón	25	22	20	19
- Girasol	61	63	59	60
- Ajonjolí	39	38	40	39
- Maíz	110	100	101	101
- Coco	57	47	43	54
- Palma	354	369	386	392
Total aceite animal	330			
- Res	92	92	95	92
- Cerdo	168			
- Pescado	70	82	90	68

8-2 Situación actual de la tecnología de producción del sub-sector de refinamiento de grasas y aceites

8-2-1 Tendencias y situación actual de la tecnología adoptada por las empresas del sub-sector de refinamiento de grasas y aceites

(1) Tecnología actual

Como muestra el Cuadro 8-1, este sub-sector usa tres clases de materias primas diferentes, vegetales, animales y minerales, por lo que las técnicas de producción empleadas son también tres diferentes (véanse el Cuadro 8-8 y las figuras 8-1 a 8-3).

Generalmente siguen utilizando aquel flujo de producción que se introdujo en el momento de fundación de las empresas sin someterse apenas a algunas mejoras o actualización técnica posteriores. No obstante, al fijarse en el proceso de producción en general, se pueden observar algunas nuevas iniciativas técnicas de producción, como por ejemplo, una empresa está estudiando la posibilidad de introducir un nuevo aparato automático de empaque de productos o de aumentar la capacidad de producción en la planta, además de observarse una nueva planta funcionando que acaba de ser puesta en marcha.

Cuadro 8-8 Técnicas de producción adoptada por cada empresa

Empresas	F-1	F-2	F-3	F-4	F-5	F-6	F-7	F-8	F-9
Tecnología	Italiana Dinamarquesa Propia	?	Propia	Alemana Holandesa Propia	Bélgica	Propia	Propia	EE.UU.	EE.UU.

1) Método de exprimido de aceites

Para las materias primas vegetales, se usan las metodologías de comprimido, extracción o ambas, de acuerdo con la cantidad de aceite contenido en cada materia prima, la forma de tratamiento o cantidad que se quiera obtener, mientras que para las materias primas de origen animal, se extrae mediante la disolución. Los aceites y grasas están almacenados en las células de las materias primas, por lo que es imprescindible romperlas y extraer el aceite o grasa fuera de ellas. De ahí que es indispensable el tratamiento previo como calentamiento, molido o aplastamiento de las materias primas.

(a) Para materias vegetales

La mayoría de las empresas importan los aceites extraídos de soya, palma o hueso de palma, que tras su refinamiento producen aceites comestibles, margarinas, etc. No obstante, existe una empresa que emplea el método de “comprimido de ajonjolí”,

extrayendo el aceite con una alta presión sobre la materia prima, y otra con el método de “extracción del aceite de hueso de palma mediante hexano”.

Figura 8-1 Producción de aceite con materia prima vegetal

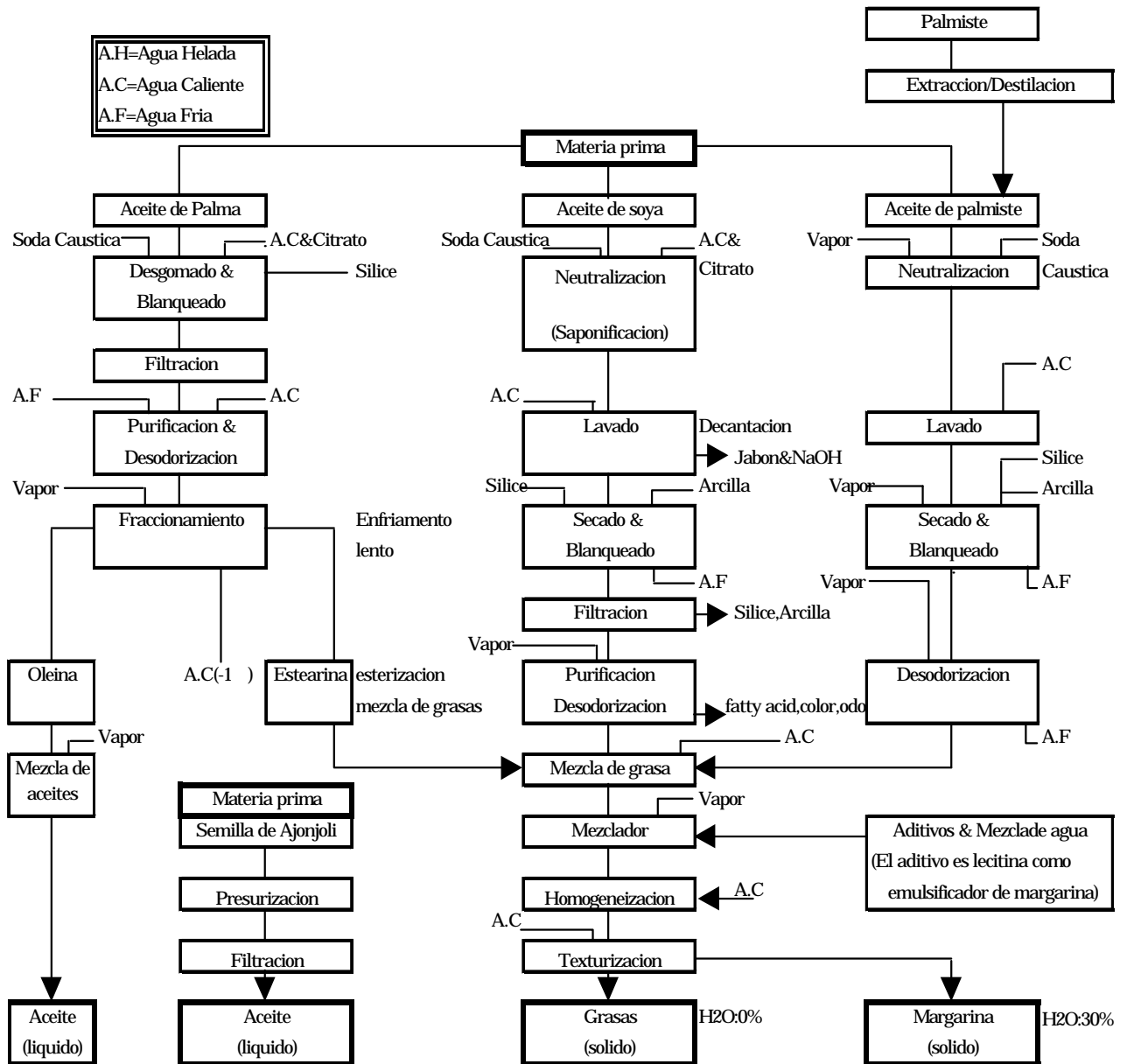


Figura 8-2 Producción de aceite con materia prima animal

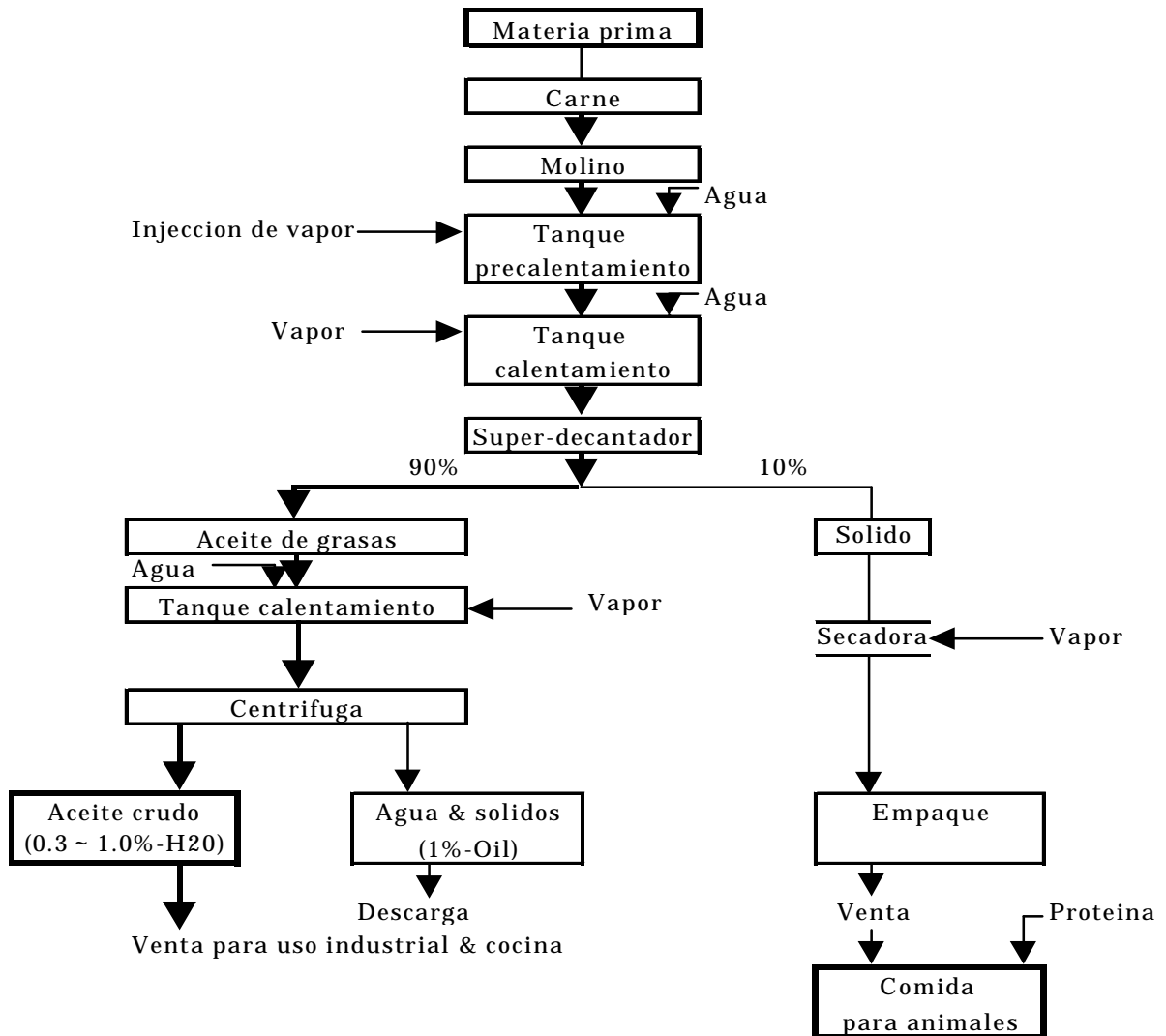
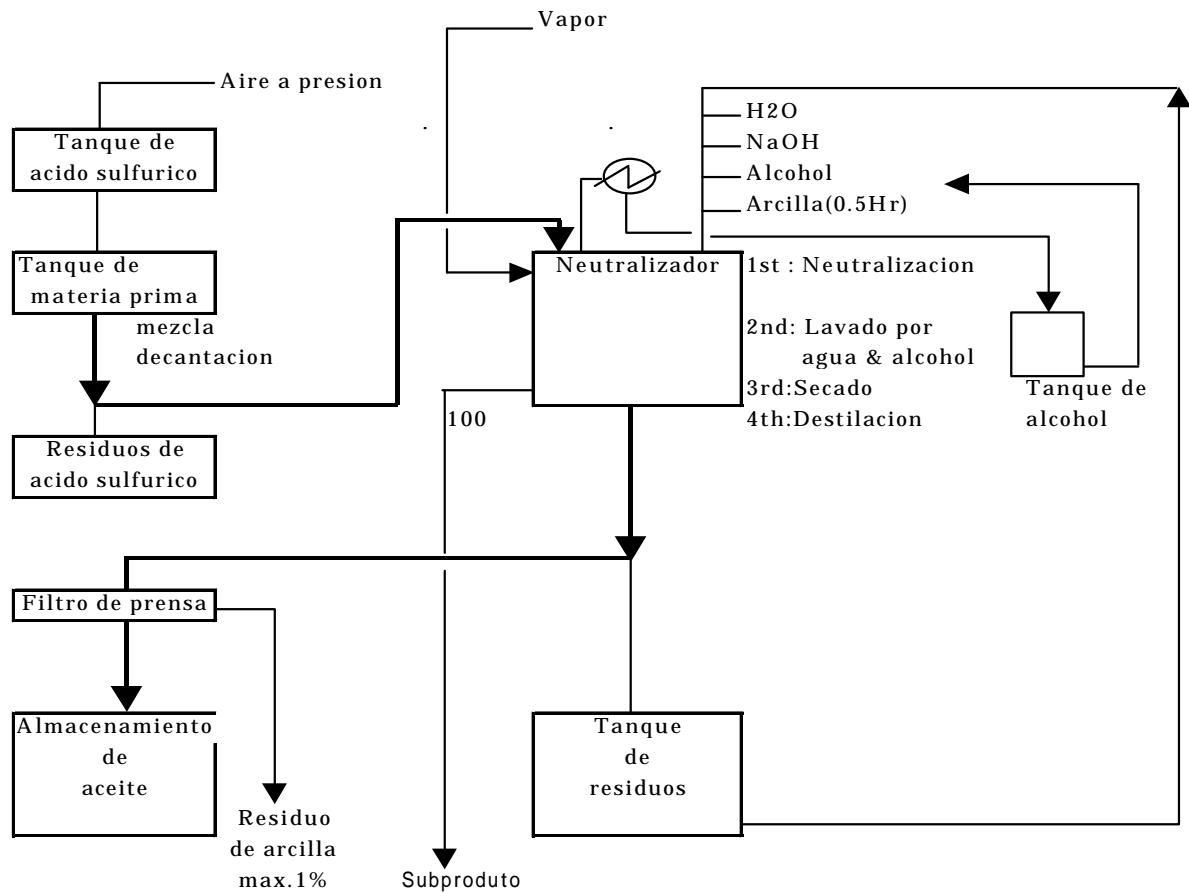


Figura 8-3 Producción de aceite con materia prima mineral



(b) Para materias de origen animal

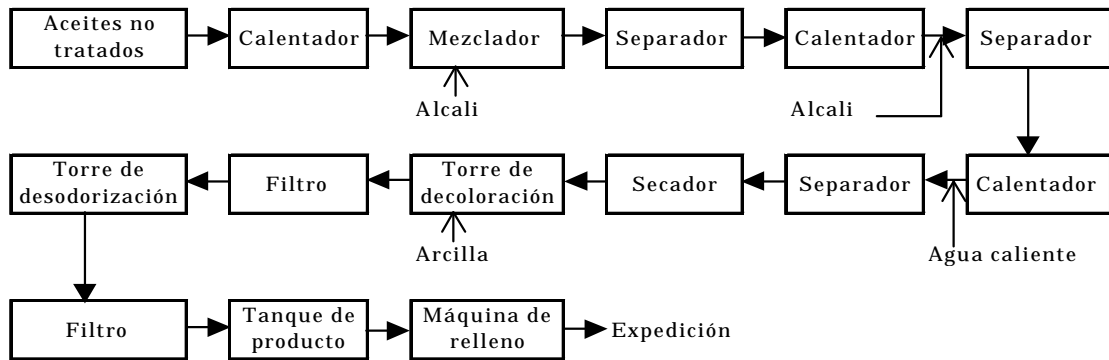
Las dos empresas utilizan el “método de extracción húmeda”, método muy usual para estas materias, a las que se añade el agua y se somete a un proceso de calentamiento posterior.

2) Método de refinamiento

Los aceites y grasas extraídos se denominan los crudos, que contienen, además de triglicéridos, impurezas como proteína, lípido fosfórico, resina, ácido graso libre, pigmentos, materiales olorosos, etc.

El proceso de refinamiento es precisamente para eliminar estas impurezas a fin de producir aceites aptos para el uso alimenticio. La Figura 8-4 muestra el flujo esquemático de este proceso.

Figura 8-4 **Proceso de refinamiento de aceites y grasas**



(a) Desgomado (deguming)

Se trata de un proceso para eliminar el lípido fosfórico (lecitina), proteína, resina, etc. Normalmente el aceite crudo se calienta hasta entre 70 y 85°C, y se añade el agua en una cantidad que corresponde entre 1 y 3 % para hidratar y solidificar los materiales gomosos. Se separan los gomosos del resto mediante el proceso de centrifuga. A fin de mejorar la hidratación, se suele utilizar ácidos como ácido cítrico, y principalmente el ácido fosfórico. Actualmente, en muchos casos se hace este proceso con la deoxidación, como muestra la Figura 8-4.

Aunque la lecitina tiene varios usos y es nutritiva, origina muchas espumas al hacer frituras o el aceite coge fuertes colores al ser calentado, cuando esta sustancia está disuelta en aceite. De ahí la necesidad de ser eliminada.

(b) Desacidificación (de-acidification)

Es un proceso que consiste en eliminar el ácido graso libre. Es menester eliminarlo suficientemente, puesto que se genera mucho humo cuando se calienta el aceite.

Normalmente se usa la metodología de desacidificación mediante el álcali: se añade la solución acuosa de soda cáustica al aceite o grasa para neutralizar el ácido graso libre, y separar el jabón, producto de este proceso, mediante centrifugadora.

Sin embargo, a partir de los '80, una nueva técnica está desplazando rápidamente este método, refinamiento físico (physical refining), que permite realizar este proceso junto con la desodorización mediante destilación.

(c) Decoloración (bleaching)

Tras el proceso de desacidificación, el aceite sigue con un color fuerte, marrón rojizo, debido a los pigmentos que contiene el aceite como carotenoide, clorofílicos, etc., que son eliminados por absorción. Como agente de absorción, se usa principalmente la

arcilla activada. Normalmente, se añade este material en una cantidad de entre 0.1 a 2% al aceite y se remueve todo esto a baja presión durante 10 ó 15 minutos manteniéndolo a una temperatura de 90 a 120°C. Pasado este tiempo, se pasa por el filtro (se usa el filtro prensa) para recuperar el aceite decolorado.

(d) Desodorización (de-odorizing)

Después de dichos procesos, todavía quedan en el aceite restos de sustancias volátiles y olorosas como el ácido graso de bajo grado, aldehído, cetona, hidrocarburo, etc. Normalmente se calienta el aceite o grasa a baja presión y se vierte el vapor de agua ahí dentro para eliminar las sustancias volátiles y olorosas junto con el vapor. Este proceso se realiza generalmente a una temperatura de 200 a 270°C, bajo una presión entre 2 y 5 mmHg., utilizando el vapor de agua que equivale a entre 3 y 6 % de la cantidad del aceite.

(e) Acondicionamiento para temperaturas bajas (Wintering o Winterization)

Los triglicéridos tienen un punto de fusión alto, por lo que se precipitan y enturbian el aceite a la temperatura baja. Por eso, es necesario separar esta sustancia del aceite de mesa, que se usa a temperaturas bajas. El aceite se somete a un proceso de “wintering” o “frigelización”, enfriando el aceite para eliminar los triglicéridos precipitados.

3) Mejoramiento de calidad

Los aceites y grasas refinados son sometidos ahora a procesos tales como la regulación de punto de fusión ya sea por hidrogenación, fraccionamiento, o por esterificación, estabilización ante la oxidación, mejoramiento de las propiedades físicas, entre otros, de acuerdo con sus respectivos usos. Se trata de un proceso importante para elaborar posteriormente productos como margarina o manteca.

(a) Hidrogenación (Endurecimiento)

En este proceso el aceite o grasa es sometido al hidrógeno a una presión que oscila entre la ambiental y 8 kg/cm², con una temperatura de entre 120 y 220°C, usando el níquel como catalizador. Mediante este proceso, se añade el hidrógeno al doble enlace del ácido graso no saturado para bajar el porcentaje de este ácido dentro del aceite o grasa. Tras este tratamiento, el aceite líquido se convierte en sólido, además de incrementar su estabilidad ante la oxidación. Los aceites o grasas tratados en este proceso se llaman “aceites endurecidos”, y este tratamiento se usa mayormente para los extraídos de pescado o de soya.

En una de las empresas visitadas se empleaba el proceso de hidrogenación de grasas o aceites animales.

(b) Fraccionamiento

Como los aceites y grasas son una unidad de varios triglicéridos con sus respectivos puntos de fusión diferentes, se puede fraccionar un aceite o grasa entre diferentes componentes aprovechando esta diferencia. Una empresa produce oleína de palma y estearina de palma mediante la metodología de fraccionamiento seco.

Para realizar el fraccionamiento, puede recurrirse a varios métodos como de fraccionación en seco (dry fractionation), por disolvente (solvent fractionation), o por detergente (detergent fractionation). El método más corriente es el de fraccionación por disolvente y sus materias primas son los aceites o grasas de: palma, coco, res, aceites endurecidos. El proceso de eliminación de cera a que se someten los aceites de mesa es una forma de fraccionamiento seco.

(2) Reutilización y reciclaje

Los aditivos como el sílice y arcilla activada son separados y vendidos a otros sectores para su reciclaje como se muestra a continuación.

- 1) Alimentos para animales
- 2) Pavimentación de parques
- 3) Reparación de caminos
- 4) Rellenos sanitarios

Los residuos sólidos, separados de los productos mediante el refinamiento de las grasas animales, por su parte, tras pasar un tratamiento interno como secado, son vendidos como alimento para animales.

En Japón después de la Segunda Guerra Mundial durante un cierto tiempo, existían unos operadores que se dedicaban a recoger la arcilla residual que contenía grandes cantidades de aceite, generada en las plantas de refinamiento de aceite. Una vez recuperado el aceite de la arcilla mediante el tratamiento con álcali diluido, el aceite recuperado era usado como materia prima para producir el ácido graso y el resto se botaba tal como estaba. Alrededor de 1970, comenzó la recuperación del aceite por disolvente (hexano) desde la arcilla residual para utilizar como materia prima del ácido graso, éster, etc. El resto de la extracción del aceite, una vez secado, es quemado, y se recupera el vapor para usar en la misma planta, mientras el residuo del quemado es reciclado para mezclar en el cemento. Hoy en día las empresas de refinamiento pagan a los recicladores los costos de tratamiento y

transporte de la arcilla residual, entre 10 y 20 yenes por kilo.

También se aprovecha en los siguientes sectores, aunque no se emplea en Japón para los piensos compuestos para las aves o cerdos por la posible degradación nutritiva debido a la oxidación del aceite, o incluso por la posible toxicidad en algunos casos.

Aprovechamiento para alimento de animales

Tratamiento de estiércol

(3) Seguridad de las plantas

Se notaba en algunas empresas un gran interés por mantener la seguridad de los trabajadores y de la planta mediante los métodos siguientes:

- 1) colocar letreros de seguridad,
- 2) uso de prendas de seguridad,
- 3) definir los corredores de seguridad,
- 4) instalar cercos, pasamanos, etc. pintados de rayas negra y amarilla,
- 5) aplicar pinturas adecuadas,
- 6) mantener una temperatura ambiental adecuada,
- 7) instalar conductos para el agua condensada proveniente del vapor, y
- 8) aplicar medidas de prevención contra resbalón en los pisos,

8-2-2 Tendencias del Japón y de otros países

(1) Situación actual de la industria aceitera del mundo y del Japón

La industria aceitera es uno de los sectores que requieren grandes inversiones en equipos. Además el costo de la materia prima ocupa un alto porcentaje dentro del precio del producto, por lo que en el último se refleja notablemente el primero. Tradicionalmente, este sub-sector constituía una de las industrias clave dentro del sector alimenticio junto con las de harina y de refinamiento de azúcar. Por lo que, cada país realizaba esfuerzos para invertir en sus equipos y responder al incremento de la demanda interna, usando la materia prima nacional o importada. Sin embargo, el cambio del hábito alimenticio, la evolución de la economía mundial y el desarrollo de esta industria en los países en desarrollo obligaron a dar un giro a las empresas aceiteras del Occidente y del Japón. En EE.UU. tanto el exceso de equipos para la producción y refinamiento de aceite como la pérdida de la fuerza competitiva del sector a nivel internacional condujeron a las grandes empresas a retirarse de este sector o a reestructurarse, fenómeno que también vivió Europa, donde el girasol y colza de origen europeo están desplazando a la soya como materia prima de importación. Japón no se escapa de esta tendencia. Aunque el alza del yen

ha favorecido la importación de la materia prima, esta misma tendencia bajó el precio de los residuos de la extracción del aceite; además los temas de aranceles que aceleran la importación de productos y el aumento del costo en el tratamiento de subproductos en cada proceso de fabricación, junto con la situación del mercado de los piensos compuestos repercuten fuertemente en este sector. Es más, los consumidores se vuelven cada día más exigentes sobre los productos, lo que se convierte en uno de los nuevos retos para esta industria.

Por otra parte, aquellas empresas japonesas que producían los aceites de palma y coco en Malasia y las Filipinas se vieron obligadas a retirarse últimamente. Entre varias causas, se destaca la desventaja de no tener su propia área local de cultivo de materia prima, cosa que explica de nuevo la repercusión decisiva en el precio de materia prima para la operación de esta industria.

De todos modos, se trata de una industria que difícilmente mantiene el equilibrio de oferta y demanda de productos con sus usos muy diferentes como los aceites y grasas por una parte y los residuos de la extracción de aceite por otra.

(2) Modernización tecnológica actual y futura

La tecnología de este sector evolucionó vertiginosamente a lo largo de todo el proceso: ensanchamiento de plantas, ahorro de mano de obra y de energía en las plantas ubicadas en las zonas costeras, además del control de materia prima en la descarga y almacenamiento en silo, selección, tratamiento previo, extracción, refinamiento y empaque en vacío. Se ha automatizado casi todo el proceso: la descarga del barco a baja presión, el control de temperatura y humedad durante el almacenamiento en silo, la extracción automática de materia prima necesaria del depósito, el calentamiento, descascarillado y aplastamiento como tratamiento previo para el exprimido de aceite, etc.

En cuanto a los equipos de extracción, ya han pasado más de veinte años desde que se introdujeron los sistemas de extracción continua por disolvente, desarrollados en el Occidente como desmet, lurgi y rotocel. Los crudos extraídos tienen que pasar por los procesos de: desgomado (de-guming), desacidificación por álcali (refining), decoloración por arcilla activada o carbón activado (bleaching), frigelización (wintering) y finalmente desodorización por vapor (de-odorization). No obstante, todos estos procesos ya se hacen de manera continua o semicontinua en las plantas de gran escala.

Hay que recuperar el disolvente residual que queda en la "miscella" (mezcla de aceite y disolvente) y el residuo de la extracción de aceite, por lo que en este proceso se utilizan varios métodos para optimizar su recuperación, como por ejemplo, la

recuperación caliente una vez disuelto el disolvente en parafina líquida. Por otro lado, para recuperar el disolvente del residuo de la extracción de aceite, se calienta con el vapor de agua directa o indirectamente. En el caso de soya, sin embargo, se usa el vapor de disolvente caliente cuando se requiere evitar al máximo la desnaturalización de proteínas.

Los subproductos generados en el proceso de producción debido a la gran escala de producción provocaban problemas al medio ambiente. Esta problemática, no obstante, está resuelta mediante la separación y recuperación con coagulantes u otros métodos y el tratamiento posterior con el lodo activo. La posibilidad de intoxicación por la mezcla del medio térmico en el aceite, ocurrida en Japón, está superada por el establecimiento de otros métodos alternativos como los de alta presión, de vapor de agua recalentado, de recalentamiento, etc.

Actualmente el principal método de extracción de aceite es el que se hace por disolvente. Y sin embargo, en este proceso la materia prima se recalienta, lo que puede descomponer el aceite u otros componentes mezclados. Si se puede evitar, se aumentará la eficacia del aprovechamiento del mismo aceite igual que los otros componentes disueltos en él. Es preferible el método de no calentamiento aún para la esterilización. Se hace la investigación para incrementar la cantidad de aceite recuperado con las ondas electromagnéticas en la metodología de extracción por disolvente después del comprimido.

En cuanto al sistema de extracción por gas supercrítico, a base del CO₂ licuado a alta presión, hay posibilidad de ponerlo en uso práctico para la extracción de componentes útiles y de valor en pequeña cantidad, aunque no es económico para extraer el aceite comestible corriente. Con todo, si se llega a construir un sistema para el tratamiento en gran cantidad, puede ser una de las alternativas a ser estudiadas.

Como métodos de producción de aceite, además de los de comprimido o de extracción por disolvente, existe otro método que consiste en emulsionar el aceite moliendo la materia prima y el agua, y separarlo con el uso de la centrífuga. Aún no es práctico, pero puede ser un futuro tema interesante. Está confirmado que se aumenta la cantidad del aceite recuperado si se hace un tratamiento previo sobre la materia prima con enzima de descomposición de proteínas, celulosas y pectina.

Actualmente se realiza el proceso de desacidificación a base de álcali en el refinamiento de aceites o grasas, lo que produce aguas residuales muy cargadas, además de pérdidas por la reacción con el aceite. De ahí, el estudio de otras

alternativas. Se está ensayando la eliminación de materiales gomosos mediante cierta membrana dotada de funciones especiales o separar glicéridos aprovechando el fenómeno del lípido fosfórico que, con una pequeña cantidad de agua, se convierte en una macromolécula con un peso molecular de unos 40.000. Hay otro estudio de separación y eliminación del ácido graso con la resina cerámica. Se puede realizar el desgomado al tratar la micela directamente con la membrana de ultra-filtración, a pesar de que no se ha llegado a eliminar totalmente el refinamiento con álcali. También con el uso de las membranas especiales de filtración, se puede eliminar la cera de los aceites de: semilla de algodón, girasol y colza.

Entre los métodos físicos de refinamiento, hay otro para aplicar a aquellos aceites que contengan relativamente poca cantidad de materiales gomosos como palma o coco: tras aplicar agentes coagulantes de goma como ácido fosfórico, se absorben estos materiales con la arcilla activada; una vez filtrado, se elimina el ácido graso libre mediante el proceso de desodorización. Como los aceites y grasas refinados son fácilmente oxidados, hay que evitar el contacto con el aire tras los procesos de calentamiento a baja presión y desodoración, y así se podrá obtener un aceite apto para un almacenamiento largo y de alta calidad si se rellena el envase con nitrógeno.

(3) Consumo energético en las plantas aceiteras

La energía puede ser clasificada en combustible (para calderas, hornos generadores de aire caliente, etc.), vapor y electricidad. En el consumo del combustible, la caldera de vapor ocupa un 88%, seguida de la caldera para el refinamiento con el 5 ó 6 % y el horno de aire caliente con el 3 ó 4 %.

Dentro del consumo de vapor, el sector de extracción de aceite consume un 56%, el refinamiento un 30 % y la producción del ácido graso a partir del ácido graso neutralizado un 5 %, siendo un 90 % en total en estos sectores.

En cuanto al consumo de electricidad, la extracción de aceite consume un 42 %, el refinamiento un 16% y las calderas un 13 %, ocupando estos tres sectores aproximadamente el 70 %.

La industria aceitera japonesa ha conseguido un ahorro energético de un 20 ó 30%.

- 1) Sector de generación de vapor (ahorro del 11%)
 - a) mejora de la eficiencia de calderas,
 - b) aprovechamiento óptimo de calor residual,
 - c) reducción longitudinal de tubería,
 - d) mejora de interceptores de vapor,

- 2) Sector de extracción de aceite (ahorro del 18%)
 - e) mejora en métodos de recuperación de disolvente,
 - f) reciclaje de vapor residual de eyectores,
 - g) revisión de las especificaciones de los equipos,
 - h) mejora de tiempo de acumulación de calor en los calentadores y precalentadores,
 - i) mejora de trampa de vapor,
- 3) Sector de refinamiento (ahorro de vapor en 46% y de electricidad en 37%)
 - j) mejora en sistemas de aprovechamiento de calor en la desodorización,
 - k) reciclaje térmico de las aguas residuales del lavado en la desacidificación,
 - l) mejora de trampas de vapor y mantenimiento de temperatura,
- 4) Resultado total
 - Ahorro de combustible: aprox. 40%,
 - Ahorro de electricidad: aprox.16%,

(4) Retos y perspectivas tecnológicos del sector aceitero para al siglo XXI

- 1) Búsqueda y desarrollo de nuevos recursos
- 2) Introducción de nuevas tecnologías para optimizar la producción, además de encadenar todo el proceso y ahorrar la mano de obra: desarrollo de nuevos métodos de producción y refinamiento de aceite; aplicación del método de extracción por el gas supercrítico u ondas electromagnéticas en la producción de aceite; usar varias membranas en el refinamiento de aceite o fraccionamiento; uso de la cromatografía
- 3) Introducción del sistema de producción de una variedad de productos en pequeña cantidad conforme a la demanda de los consumidores
- 4) Mayor variación de productos como aliños de ensalada, mayonesa, margarinas
- 5) Facilidad de freír, y mejora de conservación de fritura y de su rápida freidura
- 6) Desarrollo de aprovechamiento de residuos de la extracción de aceite
- 7) Mayor difusión para los consumidores de la eficacia y seguridad nutritiva y para la salud de los aceites y grasas
- 8) Establecer los límites de refinamiento de aceites y grasas
- 9) Optimizar los tratamientos de aguas residuales o residuos generados en el refinamiento de aceite, igual que el desarrollo de métodos de reciclarlos
- 10) Desarrollo de nuevos usos del aceite mediante tratamientos o procesamientos, junto con el desarrollo de la separación y reciclaje de los componentes útiles del aceite o grasa

8-2-3 Problemas técnicos de producción

(1) Fugas y derrames

Durante las operaciones como limpieza, lavado o despacho al mercado, se fuga, pierde o derrama la costosa materia prima importada, lo que está provocando la pérdida de materia prima (aumento de costo), empeoramiento del ambiente laboral, falta de seguridad por los posibles resbalones. Además el secado de los depósitos se realiza abierto al ambiente ensuciando el ambiente laboral con el aceite.

El área en que se trabaja con las grasas animales, fáciles de descomponerse, sin embargo, no está aislada, por lo que el mal olor se acumula a su alrededor.

(2) Materiales usados y lugar de empaque de productos

La mayoría de los productos son para uso alimenticio, por lo que se debe evitar la posible mezcla de cuerpos extraños en ellos. Aunque los equipos que tienen contacto directo con los productos deben ser de acero inoxidable, se ha utilizado el acero al carbono, fácil de generar óxido.

En cuanto al lugar de empaque de productos, lo ideal es un lugar aislado de la zona de producción para evitar la posibilidad de mezcla de cuerpos extraños, aunque en realidad se hacía esta operación en un lugar exterior de la nave con la posibilidad de introducir insectos en los productos.

(3) Medición de la energía consumida

La energía allí consumida como vapor y electricidad es generada por petróleo o carbón, y para evitar su derroche, es necesario tener un sistema para medir el consumo en cada fase del proceso.

En cuanto al vapor, es importante mantener su temperatura, reciclaje térmico del agua condensada, etc.

8-3 Situación actual de la tecnología de control de producción del sub-sector de refinamiento de grasas y aceites

8-3-1 Nivel administrativo actual de las empresas del sub-sector

(1) Personal responsable de producción

El personal está muy ocupado en ordenar varias instrucciones de producción, resolver problemas, confirmación, control de calidad, control de seguridad entre otras muchas cosas, además de contar con poco personal de apoyo, por lo que no puede cumplir más que unos pocos trabajos que corresponden a su cargo.

(2) Control de calidad en la planta de producción

La mayoría de los productos de este sub-sector es destinada al uso comestible, por lo que no debe haber contaminación de ninguna especie. Es más, es importante la administración limpia e higiénica del proceso para evitar la contaminación de los productos.

8-3-2 Problemas técnicos de control de producción

(1) Personal responsable de producción

Como se comentó en 8-3-1-(1), para conseguir un funcionamiento de producción favorable, hay que controlar los puntos siguientes:

- 1) Balance hídrico
- 2) Unidad de consumo de materia prima, productos químicos y servicios generales
- 3) Costo de producción
- 4) Entrenamiento a los trabajadores
- 5) Mejora o renovación del proceso
- 6) Mantenimiento y reposición de equipos

Además, dado que existen dos tarifas de electricidad, y seis de agua, aquellas empresas que tienen contrato de dos tarifas, deberían buscar la posibilidad de operar plenamente durante las horas de tarifa baja. Además, todas las empresas deberían buscar la forma de minimizar el consumo de agua.

(2) Control de calidad en las plantas de producción

Como medidas para lo indicado en 8-3-1-(2), hay que estudiar la posibilidad de adopción de los sistemas siguientes:

- 1) Uso de acero inoxidable en las partes que tengan contacto con los productos
 - a. Lamentablemente, la mayoría de las plantas usaban el acero al carbono, habiendo una con acero galvanizado
- 2) Adopción de los procesos de refinamiento de destilación, filtración, decantación, centrifugado, etc.
 - a. Algunas empresas que utilizan materias primas vegetales adoptan algunas fases de dicho proceso.
 - b. Mientras las empresas que utilizan materias primas animales o minerales usan un proceso muy sencillo, o bien de filtración o bien de centrifugado, debido a que se cree que sus productos son nuevamente refinados a manos de los consumidores.
- 3) Adopción de un ambiente limpio e higiénico para el proceso

- a. Generalmente no estaban suficientemente limpias desde el punto de vista de tratarse de materias primas para alimentos, por la acumulación de grasa en el suelo, pasamanos, escaleras, etc.
- b. Se usaban las instalaciones de producción del circuito abierto, que generan vapores cargados de aceite ensuciando así el ambiente laboral y dejándose acumular la grasa en el suelo, pasamanos, escaleras, etc. Además en algunas empresas, se realiza el empaque fuera del edificio.
- c. Se usaban las uniones de brida de tipo hélice, difíciles de desmontar en el momento de lavado o limpieza.

Por lo tanto, se espera una inmediata consideración y adopción de las recomendaciones preliminares propuestas por nuestro equipo de estudio para mejorar tanto las plantas como el mismo proceso de producción junto con la mejora de las aguas residuales.

(3) Sección del análisis de la planta

A pesar de que la mitad de las empresas estudiadas disponen de su propia sección de análisis no sólo para la calidad de sus productos sino también para la calidad de aguas residuales, no aprovechan eficientemente los datos obtenidos para mejorar el proceso a fin de reducir las sustancias contaminantes de las aguas residuales.

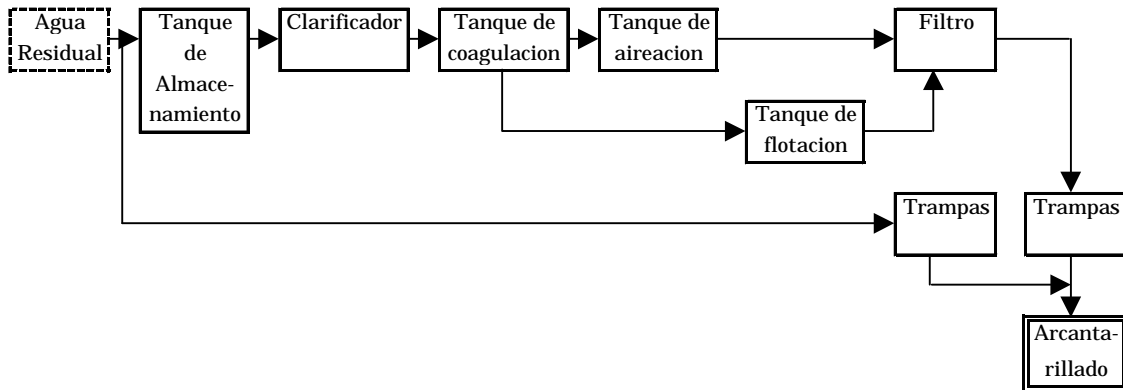
8-4 Contaminación industrial provocada por el sub-sector de refinamiento de grasas y aceites

8-4-1 Nivel actual de la descarga de contaminantes del sub-sector refinamiento de grasas y aceites

(1) Dotación del sistema de tratamiento de efluentes

La mayoría de las empresas no disponen más que de un sistema de tratamiento muy sencillo de aguas residuales, compuesto de un depósito de almacenamiento para la sedimentación, interceptores de aceite para la separación de aceite, etc. (véase la figura 8-5). Tienen un gran interés, sin embargo, de mejorar la calidad de aguas efluentes en un futuro cercano. Una empresa, por ejemplo, abordaba el desarrollo de un nuevo sistema de tratamiento como el de coagulación, aireación, flotación a presión, tratamiento biológico, etc. con el apoyo del consultor y con esfuerzo propio.

Figura 8-5 Flujo de las aguas residuales



Además una empresa tenía sus propias normas y sistema para el control de la calidad de aguas residuales. Dos empresas relativamente grandes, por su parte, disponen de un sistema de tratamiento completo de las aguas, aunque no era algo tan especial (como tratamiento con lodo activado) (véase el cuadro 8-9).

Sin embargo, la mayoría de las empresas son de pequeña escala, y aunque descargan las aguas residuales contaminadas, su volumen es reducido. Por lo tanto, si se quiere realizar un buen tratamiento de estas aguas, se propone planificar una Planta de Tratamiento Público de las aguas residuales industriales para las PYMEs. De materializarse este proyecto, en vez de tratar los efluentes en pequeñas cantidades, se puede conducirlos hasta el centro (existen algunas ciudades de Latino América que están implementando este sistema).

Cuadro 8-9 Dotación del sistema tratamiento de aguas residuales

	Interceptores de aceite	Clarificador	Coagulación	Aireación	Flotación	Sedimentación	Filtración
F-1	0	0	0	0		0	0
F-2	?		0		0	0	0
F-3	0					0	
F-4	0					0	
F-5	0					0	
F-6	0					0	
F-7	0					0	
F-8	0						
F-9	0						

Nota1: ? = Sin confirmar

Nota2: Se incluyen depósitos de almacenamiento en la sedimentación

Cabe recordar que, la operación de tratamiento se estaba realizando por lote, por lo que las muestras de agua para el análisis se han tomado principalmente durante la operación de la planta, pero también del agua almacenada.

(2) Resultados del análisis de las muestras de efluentes

Para la evaluación del agua, se hizo la toma de muestra en 8 plantas por parte de la compañía local de análisis ILAM en el primer día de la visita.

El cuadro 8-10 muestra los datos obtenidos por el equipo de estudio y DAMA sobre las muestras tomadas en la salida final de efluentes de cada planta.

Cuadro 8-10 Resultados del análisis de efluentes de las plantas de procesamientos de grasas y aceites

	Flujo	Temp.	pH	Conductividad	Turbiedad	Aceite	DBO	DQO	OD	SS	SST										
	M3/M	°C	-	µS/cm	-	mg/lit	mg/lit	mg/lit	mg/lit	mg/lit	mg/lit										
F-1	1,750	25.0	7.05	1,800	400	457.6	450	908	0.30	298	1,435										
						16	42.3	282	308	5.30	22	1,487									
											0.07 t/M	0.49 t/M	0.54 t/M		0.04 t/M						
F-2	5,000	29.0	6.93	2,450	1,800	2,177	1,620	7,050	0.40	1,530	4,420										
						15	31.6	380	415	2.70	23	2,155									
											0.16 t/M	1.9 t/M	2.08 t/M		0.12 t/M						
F-3	37.5	26.9	6.82	2,400	20,000	167,000	63,500	88,130	3.80	167,000	181,800										
						630	4,300	12,000	13,830	0.00	4,300	2,660									
											0.16 t/M	0.45 t/M	0.52 t/M		0.16 t/M						
F-4	125		6.3	385	240	242.9	690	820	1.10	182	844										
						210	375.2	360	532	1.50	778	1,348									
											0.05 t/M	0.05 t/M	0.07 t/M		0.1 t/M						
F-5	650	24.0	9.36	1,820	730	9,670	2,010	11,300	2.40	690	3,560										
						6.29 t/M	1.31 t/M	7.35 t/M		0.45 t/M											
F-6	70		6.8	370	80	97.3	270	321	0.00	240	443										
											0.01 t/M	0.02 t/M	0.02 t/M		0.02 t/M						
F-7	25	18.6	6.81	550	840	58,700	9,800	12,340	0.90	19,400	39,520										
											1.47 t/M	0.25 t/M	0.31 t/M		0.49 t/M						
F-8																					
F-9	100	25.3	5.17	7,100	34,000	25,390	106,000	144,000	0.00	85,250	115,000										
						1,600	1,960	2,910	3,930	1.59	2,620	4,234									
											0.2 t/M	0.29 t/M	0.39 t/M		0.26 t/M						
DAMA		< 30	5 ~ 9			100	1,000	2,000		2	800										
Logro		100%	87.5%			37.5%	50%	50%		0%	12.5%										

1. Las celdas sin datos --- no se ha realizado el análisis o medición
2. Superior: entrada Inferior: salida del sistema de tratamiento

1) DBO (Demanda bioquímica de oxígeno)

Hemos podido tomar muestras de agua directamente en el proceso de producción en tres plantas, siendo sus datos de entre 19,200 y 106,000 mgs./litro.

Se estima que son 3 ó 5 veces mayores los datos de la DBO de efluentes de las plantas que trabajan con grasas animales frente a los de las plantas de aceite vegetal.

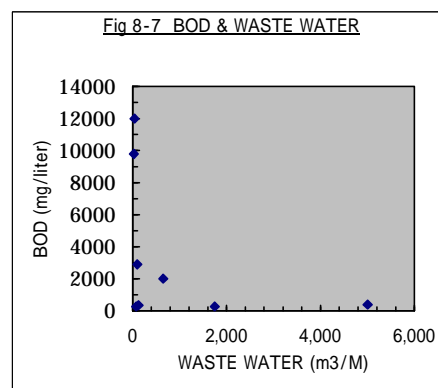
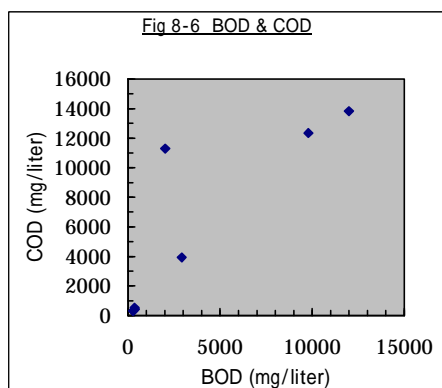
Por ende, es necesario que se adopte un sistema de tratamiento de aguas residuales eficientes en las plantas del refinamiento de grasas animales, ya que, a pesar de que sea de poca cantidad, las aguas residuales, resultantes de la multiplicación de "DBO" por el "volumen de agua", salen muy cargadas, lo que repercute fuertemente al medio ambiente.

La DBO de los efluentes del último interceptor de aceite oscilaba entre 270 y 12,000 mgs./litro en todas las plantas (véase los cuadros 8-6 y -7).

Referente a la DBO, cuatro empresas cumplían las normas de efluentes de DAMA.

Las dos grandes plantas tenían un sistema de coagulación y flotación. A pesar del gran volumen de efluentes que supera 1,000 m³/M, esta cifra no alcanza 400 mgs/litro. Tampoco la DQO, el aceite y SS llegaban ni a la mitad de lo permitido por las normas de DAMA.

Aquellas aguas residuales tratadas sólo con trampas de aceite no satisfacen las normas de DAMA, por lo que se requiere adoptar un sistema de tratamiento más eficaz en esas plantas como la recogida diaria de flóculo, adición de productos químicos, etc.



2) DQO (Demanda química de oxígeno)

Según el análisis, la DQO es menos de 2/3 de la DBO, y aquellas aguas efluentes que satisfacían las normas de la DBO también lo hacían con la DQO.

Referente a la DQO de los efluentes de las plantas, han sido de entre 320 y 13,830 mgs./litro, y cuatro empresas cumplían las normas de DAMA.

No obstante, una planta de refinamiento de grasas animales estaba haciendo una prueba de coagulación y sedimentación. Se ha analizado especialmente el agua superficial tras pasar este tratamiento y se ha observado que tanto la DBO como la DQO mostraban unas cifras superiores a las normas, por lo que el tratamiento de coagulación y sedimentación no es suficiente para tratar sus aguas residuales y es necesario estudiar la adopción de algún sistema de tratamiento biológico.

3) Grasas y aceites

Las aguas sin tratar contenían alta concentración de grasas y aceites:

a. Efluentes de las plantas de aceites vegetales : de 265 a 109,150 mgs./litro

b. Efluentes de las plantas de grasas animales :de 8.400 a 25,390 mgs./litro

Referente a las grasas y aceites en los efluentes de las plantas, han sido de entre 30 y 58,700 mgs./litro con una oscilación muy notable, y sólo 3 empresas cumplían las normas de DAMA. No obstante, será posible satisfacer estas normas si se eliminan las materias flotantes aplicando coagulantes en la fase de sedimentación.

4) SS (Sólidos suspendidos)

Los SS contienen gran cantidad de la DBO y DQO igual que las grasas y aceites, por lo que es útil eliminar los SS de los efluentes también para reducir estas sustancias. Referente a los SS de los efluentes de las plantas, han sido de entre 20 y 19.400 mgs./litro, y ninguna empresa cumplía las normas de DAMA.

5) Temperatura de agua y pH

La temperatura de los efluentes está por debajo de los 30°C permitidos por las normas, mientras pH, excepto unos caso, estaban dentro de las normas: entre 5 y 9

6) Cargas contaminantes de los efluentes (promedio de las 9 empresas)

Cuadro 8-11

Cargas contaminantes de los efluentes (promedio de las 9 empresas visitadas)

	Cargas (TM/mes/empresa)
DBO	0.60
DQO	1.41
Grasas	1.05
SS	0.20

8-4-2 Impacto del sub-sector de refinamiento de grasas y aceites en la contaminación industrial de Santa Fé de Bogotá

Existen en Bogotá 28 empresas de refinamiento de grasas y aceites, todas ellas descargan las aguas residuales industriales al alcantarillado público después de realizar algún tipo de tratamiento.

Por otro lado, DAMA realiza el control de calidad de los efluentes descargados de cada empresa, emitiendo en su caso, advertencias y exigiendo las medidas correctivas necesarias (Cuadro 8-12).

Cuadro 8-12 Impacto de las aguas residuales sobre el medio ambiente

Empresa	Materias primas principales			Consumo de agua m ³ /M	DQO mg-02/l	DBO mg-02/l	SS mg/l	Aceite mg/l	Flujo m ³ /m
	Vegetal	Animal	Mineral						
1.	0			15,438	(84)	(10)	(<0.5)	(49.5)	(5,722)
2.	0			6,677	(502)	(454)	(0.5)	(110)	(1,348)
3.	0			5,842	415	380	23	31.6	7,200
4.	0			1,738	11,300	2,010	690	9,670	580
5.	0			581	308	282	22	42.3	1,750
6.	0				532	360	778	375.2	125
7.	0			341	321	270	240	97.3	70
8.	0			309	(10,512)	(8,153)	(590)	(4,286)	
9.		0		277	13,830	12,000	4,300	280	
10.		0		199	3,930	2,910	2,620	1,960	100
11.		0		152					
12.	0			129					
13.	0			125					
14.		0		119	(2,267)	(1,396)	(4)	(49)	(196)
15.	0			62					
16.		0		46					
17.			0	43					1
18.	0			39					
19.	0			30					
20.	0			24					
21.		0		19					
22.	0			17					
23.	0			13					
24.		0		11					
25.		0		6					
26.		0		4					
27.	0			3	12,340	9,800	19,400	58,700	1
28.	0			2					
Total	18	9	1	1,194	712	334	59	390	1,448
					1.0ton/M	0.5ton/M	0.1ton/M	0.6ton/M	

*1. Este cuadro fue preparado sobre la base del volumen de consumo de agua

*2. Calidad de efluentes proviene de los datos de DAMA y del equipo de estudio.

*3 Las celdas sombreadas son las firmas visitadas.

*4. Promedio, peso medio

En el Cuadro 8-13 se resumen los resultados de la estimación del impacto del sub-sector sobre el medio ambiente.

Los valores del cuadro son sumamente reducidos, y por lo tanto, el control ambiental debería realizarse en modalidad de regulación de la emisión total.

Cuadro 8-13

Impacto del sub-sector de refinamiento de grasas y aceites sobre el medio ambiente

	Flujo	Concentración	Impacto
	m ³ /M	mg/l	TM/M
Flujo	1,448	-	-
DQO	-	712	1.0
DBO	-	334	0.5
SS	-	59	0.1
Aceites	-	390	0.6

*1, Impacto=(flujo)x(Concentración)

8-4-3 Evolución histórica y situación actual de la contaminación industrial del sub-sector refinamiento de grasas y aceites del Japón

(1) Evolución del volumen de producción de aceites vegetales

En Japón, después de la Segunda Guerra Mundial hasta 1962, existían más de mil plantas, grandes y pequeñas, de la producción de aceite, cifra que ha venido bajando paulatinamente hasta llegar a 581 en 1967 y a 213 en 1972. Esto es debido a la reducción de las plantas con una capacidad de tratamiento de materia prima inferior a 100TM/día, y las de menor capacidad que 10TM/día han quedado en una quinta parte, aunque las que tienen una capacidad de más de 100TM/día por su parte han aumentado en 5 plantas más. Además, el volumen del crudo ha crecido un 35 %.

En 1995 hay 100 plantas con una capacidad total de unas 31,000 TM al día de tratamiento de materia prima. Entre ellas, las diez plantas con una capacidad superior a mil toneladas diarias pueden tratar, entre todas estas plantas, unas 21 mil toneladas, evidencia del ensanchamiento de las plantas.

El cuadro 8-14 muestra el número de plantas, volumen de tratamiento de materia prima y volumen de la producción del crudo, en 1967,1972 y 1995.

Cuadro 8-14 Perfil de las plantas de procesamiento de aceites

	>100t/día	>50t/día	>10t/día	>1t/día	Número de plantas	Tratamiento de materias primas (en miles de TM/año)	Producción de aceite crudo (en miles de TM/año)
1967	34	25	106	416	581	3,219	806
1972	39	23	64	87	213	4,478	1,092
1995					Aprox.100	6,450	1,754

(2) Leyes y reglamentos

En cuanto a la regulación en Japón, existe la ley de prevención de contaminación de calidad de agua, establecida en 1970, que estipula 3 criterios de efluentes como las normas permitidas.

- 1) Normas uniformes de emisión: se aplica uniformemente en todos los cuerpos de agua públicos para todos los establecimientos determinados.
- 2) Normas locales más exigentes: Cuando se considera insuficientes las normas uniformes, los gobiernos provinciales pueden establecer sus normas más estrictas mediante ordenanzas.
- 3) Normas de regulación de la emisión total: Cuando se trata de un área en que se considera que las dos normas arriba mencionadas no pueden satisfacer la calidad ambiental propuesta, el gobernador de la provincia correspondiente puede establecer las normas de regulación de la emisión total.

Las normas uniformes de emisión son aplicables, por una parte, sobre aquellas sustancias dañinas como cadmio que pueden perjudicar la salud humana, y por otra, sobre las que pueden hacer daño al medio ambiente.

Las normas provinciales más exigentes son establecidas mediante ordenanzas como normas necesarias y suficientes para dar cumplimiento a las normas ambientales sobre la contaminación de la calidad de agua. El Cuadro 8-15 muestra las ordenanzas de Tokio sobre la prevención de contaminación.

En cuanto a normas de regulación de la emisión total, conforme a las directrices sobre la reducción de la emisión total que establezca el Primer Ministro, los gobernadores provinciales correspondientes formulan su plan de reducción de la cantidad total y sus normas.

(3) Cargas contaminantes de las plantas de procesamiento de aceites y grasas

Generalmente estas plantas no emiten aquellas sustancias que puedan perjudicar la salud como metales pesados, compuestos de cloro orgánico, sino principalmente las que puedan contaminar el medio ambiente como la DBO, DQO, SS, aceite y grasa.

Una planta de procesamiento de aceite comestible usa entre 30 y 35 m³ de agua para producir un litro de producto, de la que un 80 % es vertido directamente ya que es el agua menos sucia por haberse usado para el enfriamiento indirecto, un 15% se suelta al aire como vapor y el resto de un 5%, según el cuadro 8-10, es tratado como aguas contaminadas. Estas aguas contienen unos 2,000mgs./litro de aceites y grasas,

DBO, DQO, etc., lo que equivale a unos 5.4, 3.2 y 4.4 kilos de aceites y grasas, DBO y DQO, respectivamente, para procesar cada litro de producto.

Al tomar como ejemplo el caso de aceite vegetal para calcular la emisión de la DBO:

$$1,745 \text{ millones de TM/año} \times 5.4 \text{ kgs./tn.} = 9.423 \text{ TM de la DBO anual}$$

al suponer que se está tratando hasta 20mgs./tn,

$$9,423 \text{ TM/año} \times (20/2.000) = 94.23 \text{ TM de la DBO anual}$$

Se calcula que se están descargando unas 94 toneladas de DBO de las plantas de procesamiento de aceite vegetal al año.

Cuadro 8-15 Ordenanzas de Tokio

Parametros	Tipo de planta	Plantas con matadero		Otras plantas									
		Todos los cuerpos de agua		Rios Estado y Tamagawa		Rios Tamagawa(cuenca baja), Arakawa, Jyonan, Tsurumi, Sakaigawa, y Bahía de Tokio				Islas y sus mares			
	Categor. de planta	I y II		I y II		I		II		I		II	
	Descarga diaria de efluentes	500m3	<500m3	500m3	<500m3	500m3	<500m3	500m3	<500m3	500m3	<500m3	500m3	<500m3
Demanda bioquímica de oxígeno	BOD	30	60	20	25	20	25	60	90	20	25	160	
Demanda química de oxígeno	COD	30	60	-	-	20	25	60	90	20	25	16	
Sustancias suspendidas	SS	60	120	40	50	40	50	120	160	40	50	200	
Extractos de hexano-n	Aceites minerales	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
Extractos de hexano-n	Aceites animales y vegetales	30	30	5	5	10	10	10	10	30	30	30	
Phenol		5	5	1	1	5	5	5	5	5	5	5	
Cobre		3	3	1	1	3	3	3	3	3	3	3	
Zinc		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
Otros parametros regulados	(Parametros del medio ambiente de vida)						(Sustancias perjudiciales)						
	Iones de hidrogeno:	5.8 - 8.6						Cadmio: 0.1					
	Apariencia:	Libre de coloracion y espumas anormales						Cianogeno: 1					
	Olor:	Libre de mal olor que supera el grado 4						Fosforo organico: 1					
	Temperatura:	40						Plomo: 1					
	Hierro disuelto:	10						Cromo exavalente: 0.5					
	Manganeso disuelto:	10						Arsenico: 0.5					
	Cromo:	2						Hidrogeno: 0.005					
	Fluor:	15						Mercurio alquilo: No debe ser detectado					
	Coliformes:	3,000 MPN/cm3						PCB: 0.003					
								Tricloroetileno: 0.3					
								Tetracloroetileno: 1					

(4) Contaminación procedente de las plantas de aceites comestibles

Normalmente estas plantas no generan sustancias clasificadas como perjudiciales para la salud, por lo que no es común que se conviertan en fuentes de contaminación.

En el verano de 1968, no obstante, sucedieron varios casos de "intoxicación de aceite contaminado de bifenilo policlorado (BPC)", en la región occidental de Japón. El

accidente consistió en haberse mezclado el BPC en el producto (aceite de salvado de arroz). La investigación aclaró que el uso de los compuestos de cloro de difenil, como el fluido interno del tubo calefactor provocó una pequeña perforación, desde donde se produjo la fuga de esta sustancia para mezclarse con el aceite. El aceite fue posteriormente envasado como producto y consumido.

Este es un caso típico que demuestra la necesidad de usar materiales inofensivos para la salud en el proceso de producción de alimentos.

(5) Método de tratamiento de efluentes de las plantas aceiteras (ejemplo)

La figura 8-8 muestra el flujo de tratamiento de efluentes y sus normas de diseño son como indica el cuadro 8-16.

Cuadro 8-16 Normas de diseño de las plantas de tratamiento de aguas residuales de las plantas de procesamiento de aceites y grasas (350 m³/ día)

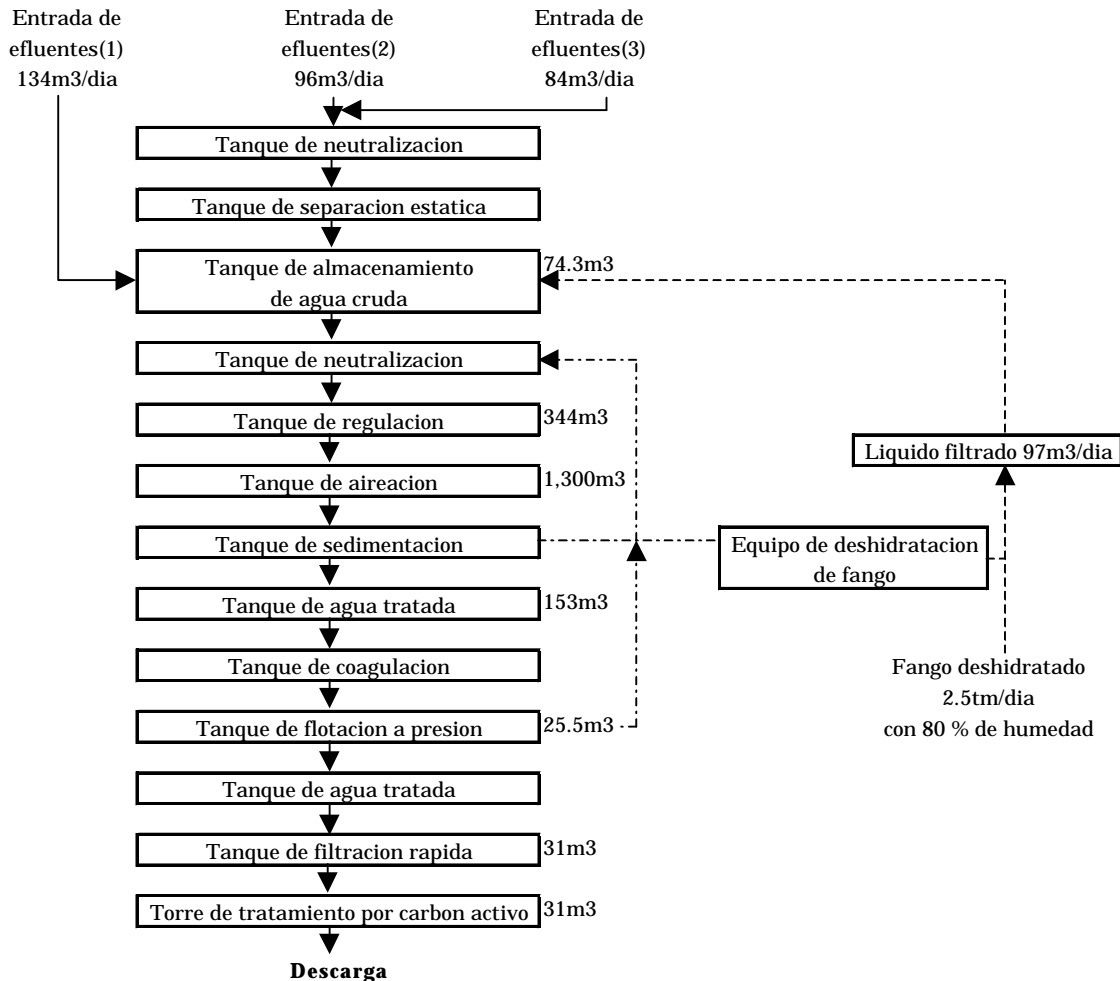
	Efluentes no tratados	Después de filtración rápida	Tras tratamiento con carbón activado	Eliminación (%)	Estándar medio	Estándar máximo
PH	2-12	5.8-8.6	5.8-8.6	-	7.0	5.8-8.6
DBO (mg/l)	4,400	95	25	99.4	30	40
DQO (mg/l)	4,000	174	25	99.4	30	40
SS (mg/l)	500	5	5	99.0	60	80
Grasas (mg/l)	300	10	4	98.7	20	-

Estas instalaciones se construyeron en 1975 con una inversión total de 234 millones de yenes: 186 millones de yenes en equipos, 30 millones en la obra civil, 18 millones en las instalaciones de tratamiento de lodos.

Los resultados medios del tratamiento de aguas residuales de 1984 son de 237 m³/día, y sus costos de administración y mantenimiento ascendieron a unos 45 millones anuales, siendo 520 yenes por cada 1m³ de aguas residuales. Este coste unitario de 520 yenes es demasiado alto, debido a los costosos tratamientos posteriores al proceso del lodo activado, que requieren productos químicos para coagulación y de flotación, además del carbón activado, por lo que es necesario revisar la posibilidad de reducir la generación de efluentes mediante mejoras del proceso de procesamiento o eliminar mayor volumen de los contaminantes en las fases anteriores.

Figura 8-8

Flujo de tratamiento de efluentes de las plantas de procesamiento de aceites y grasas



8-5 Modificación técnica del sub-sector de refinamiento de grasas y aceites

8-5-1 Mejoras mediante promoción de la tecnología PML en el sub-sector

(1) Mejoramiento de la técnica de producción

Si bien es cierto que desde la entrega de las recomendaciones preliminares (1) poco tiempo ha transcurrido, hemos observado que muchas mejoras están siendo ejecutadas o proyectadas.

- 1) Prevención de derramamiento (Beneficios esperados: control de pérdida, reducción de descarga de contaminantes, mayor seguridad, etc.)
 - a. Cambiar las uniones de tubería de tipo encaje, susceptibles a derrame, por las de acople o de brida, que ofrecen facilidad de limpieza
 - b. Colocar en las mangueras flexibles boquilla o válvula para poder sacar el

líquido (uso de juntas rápidas)

- c. Limpiar aceites adheridos a los equipos, tubos, escaleras y pisos. Limpieza después de cada turno del piso y de interceptores de aceites (se está cumpliendo).
- 2) Hermetización (Beneficios esperados: control de pérdida, reducción de descarga de contaminantes, mayor seguridad, etc.)
 - a. Hermetizar el sistema de depósitos abierto y conducir mediante tubería al condensador, el vapor generado que contiene aceite (se propone instalar condensador del vapor sobre el reactor de deacidificación)
- 3) Aislamiento (Beneficios esperados: control de pérdida, reducción de descarga de contaminantes, mayor seguridad, etc.)
 - a. Aislar la zona donde se trabaje con la grasa animal, ya que esta materia se descompone rápidamente generando mal olor. Una vez aislada la zona, ventilar el aire de la zona y eliminar el mal olor mediante absorción. (Actualmente se está reduciendo al mínimo el olor mediante recuperación inmediata de la materia y lavado.)
 - b. Aislar el lugar de empaque de productos de la zona de producción y mantenerlo limpio, bien ventilado y libre de introducción en los productos de insectos, basura, etc.
- 4) Materiales usados (Beneficios esperados: más higiénico, etc.)
 - a. Sustituir materiales por el acero inoxidable, que no genera óxido.

(2) Mejoras en el control de producción

- 1) Controlar cantidades unitarias de consumo tanto de materia prima y productos químicos como utilidades para conocer cuantitativamente las pérdidas y reducirlas (Beneficios esperados: cuantificación y reducción de pérdidas, etc.)

Lamentablemente, todavía no se ha llevado a la práctica. Se espera que se inicien pronto los esfuerzos.
- 2) Controlar el equilibrio de agua y la calidad de agua para reducir el uso de agua y efluentes (Beneficios esperados: reducción de consumo de agua y de descarga de aguas residuales, etc.)

Lamentablemente, todavía no se ha llevado a la práctica. Se espera que se inicien pronto los esfuerzos.
- 3) Practicar las 5Ss en las áreas de trabajo. (Beneficios esperados: control de pérdidas, reducción de descarga de contaminantes, mayor seguridad, etc.)

Se realiza la limpieza inmediata de los pisos y de los lugares de trabajo en general. Se eliminan los aceites adheridos, y se están realizando la pintura).

- 4) Limpiar diariamente los interceptores eliminando aceites y SS, etc. (Beneficios esperados: reducción de descarga de contaminantes, etc.)

(Se está extrayendo periódicamente el aceite de los interceptores – tres veces a la semana. Se controló la evacuación del aceite colocando tapón en el tubo de descarga del fondo de los interceptores)

- 5) Costo de producción (Beneficios esperados: control de pérdida, etc.)

Lamentablemente, todavía no se ha llevado a la práctica. Se espera que se inicien pronto los esfuerzos.

- 6) Capacitación del personal (Beneficios esperados: motivación del personal, etc.)
(Se ha obtenido buen resultado en la motivación del personal por las actividades de 5Ss, al colocar los carteles de seguridad y de las instrucciones claves de operación, y al impartir capacitación pertinente.)

- 7) Mantenimiento y renovación de equipos (Beneficios esperados: reducción de deterioro de equipos, control de pérdidas, etc.)

(Se está llevando a cabo la renovación de los equipos que presentan fuga de aceite, instalación de equipos de reserva, intercambio periódico de las válvulas y empaquetaduras)

(3) Reducción de la descarga de contaminantes

- 1) Aceites y grasas constituyen uno de los principales causantes de contaminación. A pesar de la descarga actual de que estas sustancias en los efluentes no es grande, se podrá reducir aún más la emisión de contaminantes al sistema público de alcantarillado, si se practica la prevención de derrame y fuga, y la limpieza diaria en los interceptores de aceite, etc.
- 2) Por lo tanto, las mejoras tanto en las técnicas de producción como en la administración de producción pueden contribuir al mejoramiento de la situación. No obstante, se espera también la mejora de la tecnología de FT.

8-5-2 Mejoras de tecnología en el tratamiento de contaminantes en el sub-sector aceitero

Los efluentes de las plantas donde se trabaja con aceites vegetales son tratados en el proceso de flotación a presión o de precipitación coagulativa, por lo que se supone que pueden cumplir las normas de DAMA.

Aún cuando se aplica el sistema de trampas, si se hace un buen mantenimiento con la limpieza diaria de materiales flotantes, podrá satisfacer legalmente las normas

de DAMA.

En cuanto a los efluentes de las plantas que procesan grasas y aceites de origen animal, sin embargo, no se podrá cumplir las normas para DBO ni DQO sólo con los tratamientos físicos y químicos.

Por otra parte, estas plantas con grasas animales generan poco volumen de efluentes, lo que hace que la construcción de las instalaciones de tratamiento de aguas residuales no sea económica. De ahí que se recomienda estudiar el establecimiento de nuevas normas para la calidad de efluentes según sectores y volumen de efluentes.

8-6 Conclusiones y recomendaciones para el fomento de las medidas de descontaminación industrial en el sub-sector de refinamiento de grasas y aceites

8-6-1 Conclusiones

Tal como se indicó en el apartado 8-5, el mantenimiento diario de los equipos constituye una tarea de prioridad número uno, la que debe ser complementada con la tecnología de FT.

8-6-2 Recomendaciones para la descontaminación industrial

(1) Medidas relacionadas con las normas de descarga

En términos generales, las aguas residuales de este sub-sector son de alta concentración, pero dado que su cantidad es muy reducida, se considera que el impacto sobre el medio ambiente es pequeño.

Las normas vigentes rigen solamente la concentración de los efluentes. Se propone, realizar la regulación de la emisión total tomando en cuenta también la cantidad, e inicialmente excluir del control las descargas de menos de 10m³/día (Cuadro 8-17).

Cuadro 8-17 Nuevas normas (propuesta)

		Normas vigentes de DAMA	Nuevas normas (propuesta) Kg/mes
Volumen de agua	m ³ /día	-	10
Temperatura	°C	<30	<30
PH	-	5-9	5-9
Aceites	mg/l	100	30
DBO	mg/l	1,000	300
DQO	mg/l	2,000	600
SS	mg/l	800	240

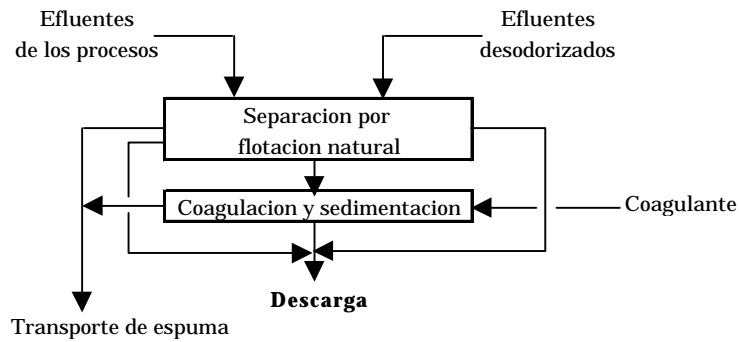
Como el segundo paso, antes de llegar a la fase final (normas similares a las japonesas, norteamericanas y europeas), se propone definir para dentro de cuatro o cinco años, las nuevas normas que sean equivalentes a la mitad de los valores actualmente aplicados, tomando en cuenta las condiciones y realidades de cada empresa.

(2) Medidas relacionada con el sistema de tratamiento de aguas residuales

1) Primer paso

Como por ahora sólo dispone de interceptores de aceite, se recomienda que adopte este paso como medida mínima.

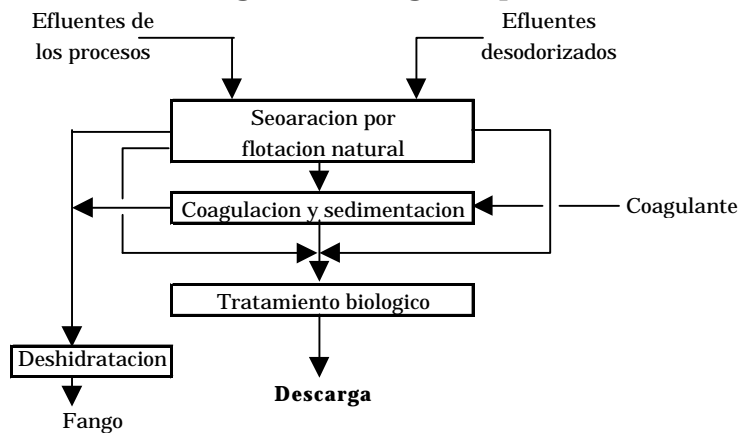
Figura 8-9 Primer paso



2) Segundo paso

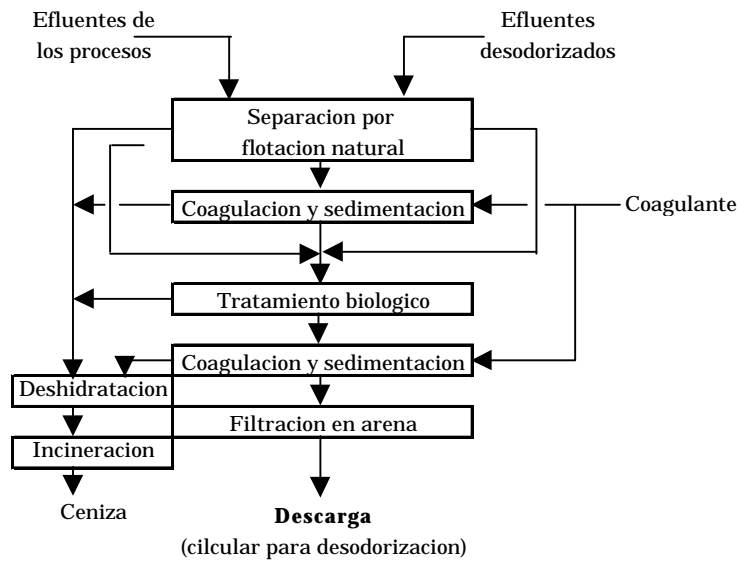
De acuerdo con los resultados que se obtengan del primer paso, se realiza este paso.

Figura 8-10 Segundo paso



3) Tercer paso

Figura 8-11 Tercer paso



(3) Medidas relacionadas con la PML

- 1) Medidas que pueden ser puestas en práctica inmediatamente, sin necesidad de inversión
 - a. Eliminación de aceites adheridos a los equipos, tubos, escaleras y pisos. Limpieza después de cada turno, y mayor frecuencia de limpieza de los interceptores de aceites (puesta en práctica de 5S).
 - b. Recuperación inmediata de materias primas, y limpieza más frecuente
 - c. Control de requerimiento unitario de materias primas, productos químicos y de soluciones, y control de costos de producción
 - d. Control del balance y calidad de agua
 - e. Capacitación de trabajadores en materias de seguridad, operación, campaña de 5S, etc.
 - f. Colocar carteles de conscientización
- 2) Medidas que pueden ser puestas en práctica con una pequeña inversión
 - a. Colocar en las mangueras flexibles boquilla o válvula para poder sacar el líquido (puede usarse las juntas rápidas)
 - b. Crear un entorno laboral más claro (pintura, iluminación, tragaluz, etc.)
- 3) Medidas de largo plazo
 - a. Utilizar juntas de tuberías, válvulas equipos giratorios libres de fuga de aceite
 - b. Hermetizar los tanques abiertos
 - c. Aislar las fuentes de olores desagradables, y áreas de empaque de los productos

- d. Sustituir materiales que tienen contacto directo con el producto, por el acero inoxidable

8-6-3 Acciones que deben tomar las instituciones administrativas

En el apartado 8-6-2 hemos entregado recomendaciones a DAMA y a las empresas. Para que las empresas pudieran poner en práctica eficaz y efectivamente las medidas de reducción de cargas contaminantes industriales, es necesario que las instituciones administrativas no sólo realicen el control y regulación, sino ofrecer, al mismo tiempo, informaciones sobre la tecnología mundial en la materia, asesoría, personal experto, incentivos y otras medidas de administración ambiental integral. Por lo tanto, extendemos las siguientes recomendaciones a las instituciones administrativas, incluyendo a DAMA:

- 1) Crear un Grupo de Trabajo entre los representantes de los sectores administrativo y privado para las gestiones pro-ambientales
 - a. Comunicar las políticas ambientales al sector privado
 - b. Recolectar informaciones del sector privado
 - c. Dar seguimiento del cumplimiento de las acciones recomendadas
 - d. Desarrollo horizontal de las medidas de ejecución
- 2) Centralizar y difundir las informaciones sobre la tecnología de descontaminación ambiental
 - a. Tecnología de producción y de control de producción
 - b. Tecnología de tratamiento de aguas residuales y de agentes auxiliares afines
- 3) Crear la oficina de asesoría de descontaminación ambiental
 - a. Reclutar el personal profesional, conocedor de la tecnología de producción y de control de cada sector industrial
 - b. Reclutar el personal experimentado en la producción, conocedor de la tecnología de la reducción de cargas ambientales
- 4) Ofrecer financiamiento e incentivos (exoneraciones tributarias) a las acciones orientadas a reducir las cargas ambientales
- 5) Brindar a las PYMEs sistemas colectivos de tratamiento de aguas residuales
Para materializar estas acciones, recomendamos contar con el servicio de ACERCAR para que se haga cargo de la ejecución.

Bibliografía

- 1 DANE, Fabricación de productos alimenticios (1995 y 1996)
- 2 DANE, Producción y Ventas (1995)

- 3 DAMA. Sector de Refinamiento de Grasas y Aceites
- 4 BOLETIN del Sector de Química Petrolera del Japón Vol. 46 - No. 4 (1997)
- 5 Agua industrial y residual Vol.29, No.5 (1987)
- 6 Química aceitera, Vol. 24, No. 11 (1975)
- 7 Técnicas de tubería (mayor de 1985) - Instalaciones de Tratamiento de Aguas Residuales
- 8 Técnicas de tubería (diciembre de 1998) - Purificación biológica de las aguas residuales que contienen aceite
- 9 Técnicas de tubería (diciembre de 1998)
- 10 Conocimientos técnicos de procesamiento de alimentos, Ed. Saiwai (noviembre de 1980)
- 11 Procesamiento real de aceites comestibles, Ed. Saiwai, Autor, Takaaki Miyagawa
- 12 Generalidades de la Tecnología de Industria Alimenticia, Ed. Koseisha, Koseikaku, (abril de 1997)
- 13 Industria alimenticia del Japón, cara al Siglo XXI - Centro de Investigación de Políticas Alimenticias y Agrícolas (julio de 1987)
- 14 Aceites y grasas - Informe anual del sector de aceites y grasas, Ed. Saiwai (agosto de 1998)
- 15 Informe de la Agencia de Medio Ambiente, Depto. de Conservación de Agua (1976)
- 16 Resultados del Proceso del Síntoma Kanemiyu, Ed. Saiwai (1989)

8-7 Auditoría detallada 1 (refinamiento de grasas y aceites 1)

8-7-1 Perfil de la empresa

Esta es una empresa fundada en 1957 y se sitúa entre las cinco primeras empresas del sub-sector de refinamiento de grasas y aceites de Bogotá. Procesa principalmente margarina y aceites comestibles a partir de aceites de palma, soya, hueso de palma, y otros aceites vegetales (Cuadro 8-18).

La tasa de la operación llega al nivel ideal del 100%.

Cuadro 8-18 Rubros de producción y su porcentaje

Rubros	Porcentaje
De la extracción	20.5
Del refinamiento químico	0.9
Aceite comestible	15.7
Margarina	43.6
Uso industrial	19.3
Total	100.0

En esta planta, existen dos tipos de subproductos derivados de la extracción del hueso de palma y del refinamiento químico del aceite de soya. Ambos son aprovechados como alimento del ganado y para la producción de jabones, respectivamente (Cuadro 8-18).

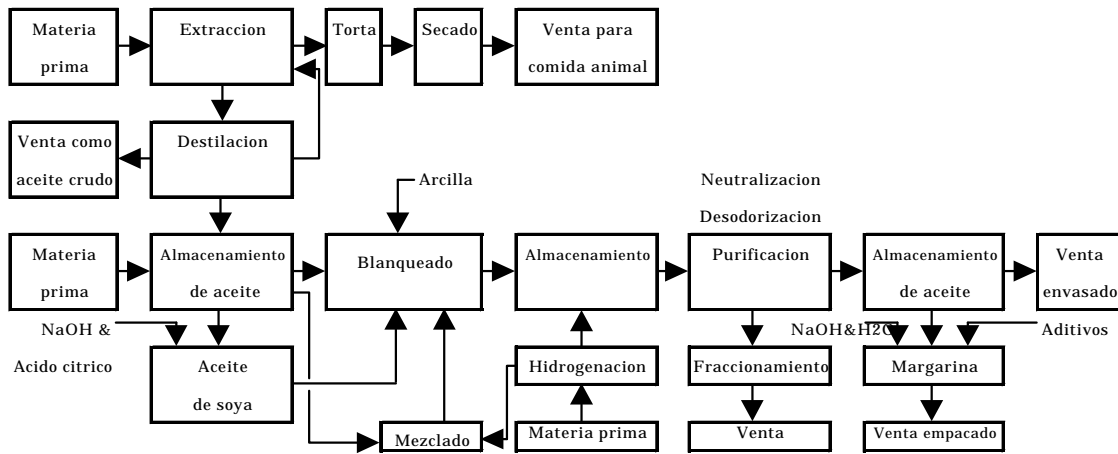
Sin embargo, esta empresa relativamente grande no cuenta con un sistema de tratamiento eficiente de efluentes, más que los interceptores de aceite, y está descargando las aguas residuales contaminadas al alcantarillado público.

Un nuevo sistema basado sobre el tratamiento biológico había sido estudiado a nivel de laboratorio, a principios de este año, sin llegar a ponerse todavía en la práctica.

8-7-2 Situación actual y problemas de la tecnología de producción

La tecnología de producción ha sido importada de Bélgica, y se caracteriza por los procesos de extracción de hexano, separación natural, e hidrogenación (Figura 8-12).

Figura 8-12 Flujo esquemático de procesos



Actualmente, el área del proceso de refinamiento químico se halla contaminada con aceites, además que se están descargando efluentes muy concentrados. Por lo tanto, consideramos que el mejoramiento de esta empresa debería empezarse con mayor prioridad desde esta área prioritariamente.

8-7-3 Situación actual y problemas de la tecnología de producción

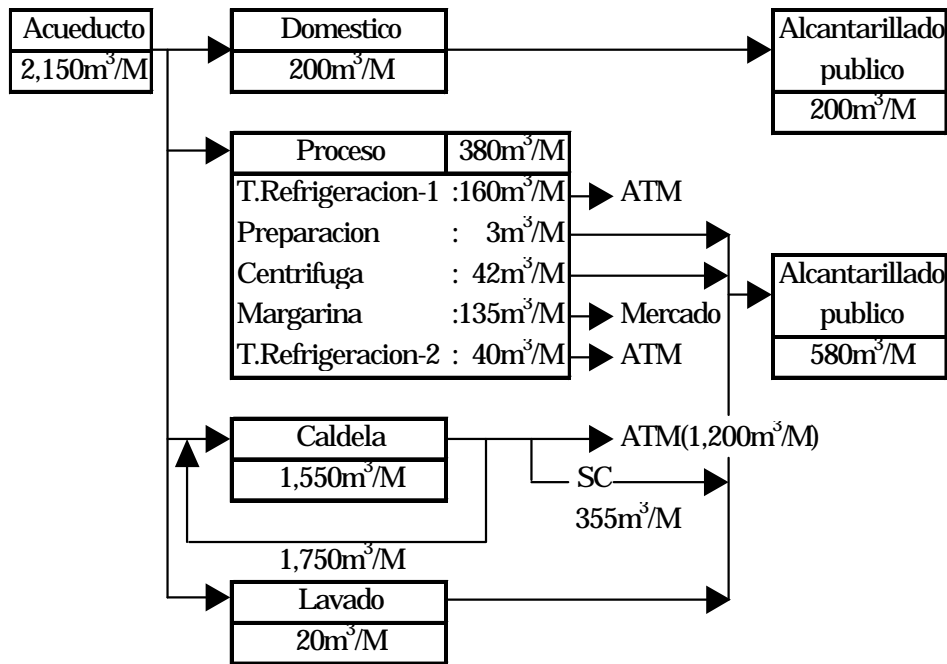
(1) Balance de agua

La empresa consume mensualmente 2,150 m³ de agua municipal que se desglosan en: 200 m³/mes (9.3%) para oficinas, 380m³/mes (17.7%) para procesos, 1,550m³/mes (72.1%) para calderas y 20m³/mes (0.9%) para el lavado (Figura 8-13).

De este balance podemos calcular que unos 1,200m³/mes (55.8%) de agua es emitido al aire en forma de vapor, y de igual manera, 200m³/mes (9.3%) desde la torre de enfriamiento. Por lo tanto, para prevenir la purga de agua al aire, el sistema de caldera deberá estar controlado en los parámetros de volumen de suministro de agua y de combustibles.

Además, se recomienda realizar la inspección periódica del medidor de entrada de agua.

Figura 8-13 Balance de agua



(2) Requerimiento unitario de servicios

En el Cuadro 8-19 se resumen los requerimientos unitarios medios de servicios y materias primas.

Cuadro 8-19 Requerimientos unitarios medios

	Unidad	Consumo	Costo
Electricidad	KWH/T	189.5	26.4
Agua	M3/T	3.05	6.4
Aceite de palma	T/T	1.03	
Hueso de palma	T/T	2.17	
Aceite de soya	T/T	1.05	
Aceite animal	T/T	1.03	

8-7-4 Descarga de contaminantes industriales, y tecnología de tratamiento

Como se ha dicho anteriormente, esta planta no cuenta otro sistema de tratamiento de aguas residuales que los interceptores de aceite. Sin embargo, tiene gran interés y voluntad de mejorar la calidad de efluentes, como demuestra el hecho de que actualmente está solicitando cotización de un sistema de tratamiento de un fabricante específico.

En noviembre del año pasado se realizó el muestreo de los efluentes, y en esta etapa del estudio el muestro del área de refinamiento químico, cuyos resultados de análisis fueron los siguientes (Figura 8-14 y en el Cuadro 8-20).

1. Los valores de análisis de calidad muestran son variables. El factor

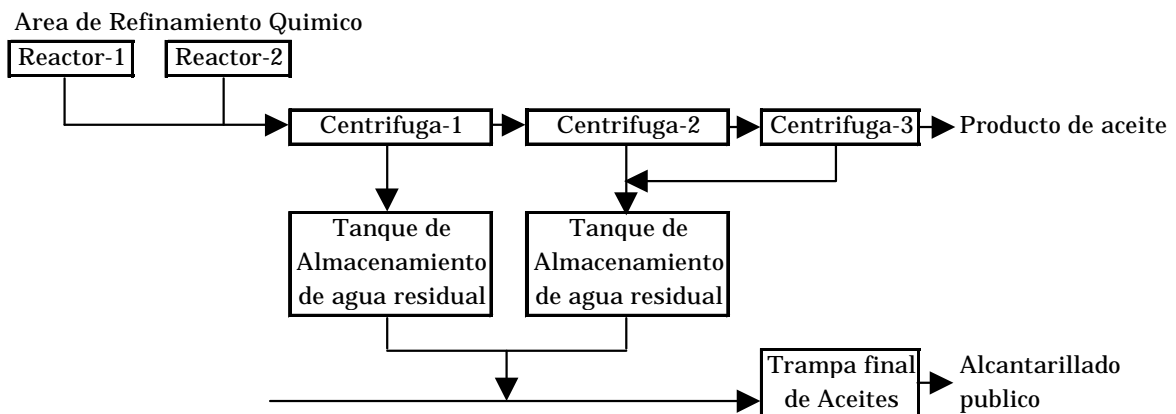
determinante de la eficiencia del tanque de almacenamiento de aguas residuales (separación de aceites, etc.)

2. Es indispensable eliminar los aceites en medio del tanque de almacenamiento de aguas residuales y el separador final de aceites.

Cuadro 8-20 Resultados del análisis de los efluentes

Puntos de Muestreo	Fecha de Muestreo	Flujo m ³ /M	Temp.	pH	Conductividad μS/cm	Turbiedad	Aceite mg/l	DBO mg/l	DQO mg/l	DO mg/l	SS mg/l	T-SS mg/l
1	03-03-'99			12.8	22,000		136,700	320,000	424,000	6.0		60,300
2				11.2	6,000		100,000	175,000	231,000	4.0		53,400
3				10.9	1,900		136,000	580,000	765,000	0		75,500
4				7.9	12,000		3,586	55,000	79,000	1.1		5,070
5				11.4	3,400		2,860	16,000	23,200	0		1,210
	05-11-'98	539	23.2	10.1	2,380	850	1,288	2,100	3,090	1.2	1,143	3,380
		601	24	9.36	1,820	730	9,670	2,010	11,300	2.4	690	3,560

Figura 8-14 Puntos de muestreo de los efluentes analizados



8-7-5 Propuestas y recomendaciones de medidas de descontaminación industrial

Para corregir la situación actual, y para subsistir en la competencia con las empresas nacionales y extranjeras, la empresa requiere mejorar los procesos, la descarga de aguas residuales y el nivel de mano de obra en la mayor brevedad posible. Como el primer paso, se recomendó en la primera etapa del estudio “poner en práctica las actividades de 5S”.

Además , se recomienda también lo siguiente:

(1) Producción Más Limpia

Si bien es cierto que es difícil realizar un gran proyecto de remodelación, es indispensable ejecutar las siguientes medidas en la mayor brevedad posible:

1. Consumo de servicios
 - a. Instalar los interceptores en las tuberías de vapor para prevenir la purga del mismo al atmósfera
 - b. Colocar los aislantes térmicos a los tubos e instalaciones consumidoras de vapor para prevenir quemaduras y condensación no intencional.
2. Derrame y fuga
 - a. Renovar las válvulas y empaquetaduras para minimizar la pérdida por fuga y derrame de aceites
 - b. Cambiar las uniones de tubería de tipo encaje por las del tipo brida con el fin de prevenir la fuga y la pérdida y mantener limpio el local.
3. Operación
 - a. Limpiar frecuentemente los interceptores de aceite con el fin de prevenir el desborde del mismo.
 - b. Cambiar la posición de la válvula de drenaje colocada en la parte inferior del tanque de efluentes de lavado con el fin de mejorar el drenaje de agua, y aliviar el trabajo (dolor de espalda) de los operadores.
 - c. Instalar el indicador del nivel de aceite para prevenir el rebose y pérdida de aceite y minimizar la contaminación.
 - d. Cambiar la tapa de hierro pesado de los interceptores de aceite por una tapa más chica, con el fin de facilitar la limpieza frecuente.
4. Seguridad
 - a. Instalar el protector a la cinta del motor de la centrífuga para prevenir accidentes.
 - b. Reubicar las tuberías de soda cáustica en un lugar alejado del área de los trabajadores para prevenir accidentes.

(2) Final de tubos (FT)

Las aguas residuales descargadas de esta planta son 25 m³/día, y provienen de las centrífugas. Si bien es cierto que la cantidad es reducida, estas aguas son muy concentradas, presentando valores de DBO de 55,000 mg/lit. DQO equivalente a 1.5 veces del DBO y 4,000 mg/lit de aceites.

Estas aguas son tratadas solamente en el interceptor de aceite junto con el agua condensada de vapor (1,5 veces), y luego son descargadas fuera de la planta. Los tres análisis realizados en la primera y en la segunda etapa del estudio en el final del tubo, mostraban valores de DQO muy variados (de 3,090 a 23,200), y se hacía sumamente difícil determinar la concentración de estas aguas.

Sin embargo, el equipo de estudio recomienda, como el primer paso, instalar un

sistema que consista en la combinación de procesos de “separación por flotación” y del “fango activado tipo discontinuo”, suponiendo que la calidad de las aguas residuales sea la que se indica en el Cuadro 8-21.

Cuadro 8-21 Criterios de diseño

	Unidad	Entrada	Salida
Flujo	m ³ /D	25	25
pH	-	8-12	5-9
DBO	mg/l	5,000	1,000
DQO		8,000	2,000
N-Hexane		3,000	100
SS		2,000	800

Sin embargo, de realizarse con certeza el tratamiento previo y de mantenerse el nivel de DQO en menos de 3,000 mg/lit., se considera que sólo con el método de separación por flotación se podría cumplir con las normas de DAMA.

La operación de este sistema es la siguiente:

1. las aguas residuales son almacenadas temporalmente en el tanque de regulación, y luego son bombeadas al tanque de coagulación.
2. En este tanque se agregan los coagulantes “Químico 1” y “Químico 3” para que las SS formen grandes flóculos. Luego, en el tanque de flotación a presión, se hace flotar los flóculos en forma de espumas. Se eliminan estas espumas.
3. El efluente del tanque de flotación es conducido al tanque de aireación del fango activado tipo discontinuo, y luego de ser tratado biológicamente, es descargado.

Para al tratamiento por coagulación química existen dos métodos: sedimentación y flotación. El método de flotación a presión presenta las siguientes ventajas, comparado con el método de sedimentación:

1. Requiere de menos espacio superficial (de 1/3 a 1/7 de sedimentación)
2. Permite ahorrar la dosis de coagulantes (de 1/2 a 1/3 de sedimentación)
3. Permite reducir la cantidad de lodo, concentrándolo (3/4 de sedimentación)

Por otro lado, también presentan las siguientes desventajas, entre otras:

4. Requiere del tanque de presión, bomba de circulación, compresor y otros equipos y tuberías

5. Consume más energía que el método de sedimentación

Por otro lado, el método de fango activado tipo discontinuo repite la aireación y sedimentación en un mismo tanque, por lo que el proceso es muy simple. Por esta razón, es un sistema de tratamiento biológico de escala pequeña más difundido en Japón.

A continuación se presenta una breve descripción del sistema de tratamiento propuesto (Figura 8-15):

1. Tanque intermedio (buffer tank)

Para facilitar la operación, instalar un tanque de 3m³ aguas abajo del interceptor de aceite.

2. Tanque químico

Instalar un tanque de polímero de cloruro de aluminio, un tanque para el polímero catiónico que son utilizados como coagulantes, y otro tanque para la soda cáustica que se utiliza para la regulación de pH de las aguas residuales (en total tres tanques).

3. Instalación de coagulación y flotación

Esta instalación está configurada por el tanque de coagulación con agitador, tanque de flotación a presión, tanque de presión, compresor, bomba de circulación, etc.

4. Instalación de tratamiento por fango activado tipo discontinuo

Está configurada principalmente por el tanque de aireación, aireador, bomba decantación, bomba de evacuación de fango, etc.

5. Tanque de almacenamiento de fango

Instalar un tanque de almacenamiento de las espumas separadas y del lodo residual descargado del proceso del tratamiento biológico.

8-7-6 Costos requeridos según alternativas y evaluación económica

(1) Bases de diseño de las instalaciones de tratamiento de aguas residuales

Es indispensable realizar el control de las aguas residuales que mantenga, al menos, la calidad actual, e incluir el tratamiento previo completo (para reducir la concentración) a manera de minimizar la variación de calidad de agua en el sistema de tratamiento.

(2) Lista de los principales equipos de tratamiento de aguas residuales

En el Cuadro 8-22 se muestra la lista de los principales equipos.

Cuadro 8-22 Lista de equipos

Equipo	Nombre	Materia	Especificacion	Costo US\$
Tanque	Tanque amortiguador	PE	2.65m x3.5mH=15m ³	
	Tanque intermedio	C.S	0.4m x0.8mH=0.1m ³	
	Tanque mezclador		0.6mx0.6mx1.5mH=0.43m ³	
	Tanque de flotacion		1.2m x2.0mH=2m ³	
	Tanque de residuos		0.9m x1.0mH=0.5m ³	
	Tanque de presion		0.4m x1.5mH=0.09m ³	
	Tanque de residuos		PE	
	Tanque quim.1	PE	0.9m x1.0mH=0.5m ³	
	Tanque quim.2		0.9m x1.0mH=0.5m ³	
	Tanque quim.3		0.9m x1.0mH=0.5m ³	
Tanque de Aeracion		Concreto	3.7mx3.7mx4.8mH=50m ³	
Bomba	para Tanque amortiguador	FC	0.02m ³ /minx8mx0.25KW	
	desde Tanque amortiguador		0.05m ³ /minx8mx0.4KW	
	desde Tanque de residuos		0.05m ³ /minx8mx0.4KW	
	desde Tanque de flotacion		0.05m ³ /minx8mx0.4KW	
	Bomba de reciclaje		1.3m ³ /Hx45mx1.5KW	
	desde Tanque quim.1	FRP	0.07l/minx5kg/cm ² x0.015KW	
	desde Tanque quim.2	FRP	0.07l/minx15kg/cm ² x0.015KW	
	desde Tanque quim.3	PVC	0.3l/minx10kg/cm ² x0.2KW	
	desde Tanque de Aeracion	FC	0.17m ³ /Mx10mx0.25KW	
	desde Tanque de Aeracion		1m ³ /Hx10mx0.75KW	
Agitador	para Tanque mezclador	SUS	88rpmx0.1KW	
	para Tanque quim.3		197rpmx0.1KW	
	para Tanque de Aeracion	C.S	1,500rpmx2.2KW	
Compresor	para Tanque de presion	FC	25l/minx5kg/cm ² x0.2KW	
Tubo & Valvula		PVC	13Ax20m	
		SGP	25Ax10m	
		PVC	40Ax40m	
		PVC	50Ax50m	
Total				8,600

(3) Costos de construcción de un nuevo sistema de tratamiento de aguas residuales

En el Cuadro 8-23 se muestran los costos estimados de construcción.

(4) Evaluación económica de la alternativa

Sobre la base del Cuadro 8-21, la empresa actualmente está pagando 450,000 pesos al año en concepto de tarifa de descarga (para DBO y SS). En el caso de infracción, tendría que pagar 71 millones de pesos al día.

En el Cuadro 8-24 se muestra el costo marginal de la implementación de las medidas.

Actualmente, se ha recuperado la estabilidad administrativa, además que el costo marginal de construcción de las instalaciones requeridas corresponde a 1% de la

venta, que es menos que el monto de la multa correspondiente a un día, se considera que la implementación queda plenamente justificable (Cuadro 8-24).

Cuadro 8-23 Estimación de costos de construcción de un nuevo sistema de tratamiento de aguas residuales

	No.	Costo	
		US\$	
Tanque	11		
Bomba	10		
Agitador	3		
Tubería	4		
Estructura			
Instalación			
Inst. & Elect.			
Paneles			
Construcción			
Total			21,300

*1 Cotización gruesa = nivel local

*2 Es necesario que el usuario hiciera la estimación definitiva

*3 Tipo de cambio : 1US\$ = ¥ 120 = 1,500 pesos

Cuadro 8-24 Costo marginal

		Unidad	Dosis de referencia	Precio unario	Consumo o Producción (año)	Costo
			mg/l	US\$		US\$
Químicos	Químico 1	kg	2,000	0.38	13,920	5,220
	Químico 2		200	0.38	1,392	522
	Químico 3		2	7.5	13.9	104
Servicio	Electricidad	KWH		0.1	17,522	1,752
Otros	Fangos	m ³		30	1,102	33,060
	Depreciación					1,420
Total						42,078

*1 Depreciación = método de monto fijo por período de 15 años

*2 Tipo de cambio = 1 US\$ = ¥ 120 = 1,500 pesos

Figura 8-15 Sistema de tratamiento de aguas residuales (propuesta)

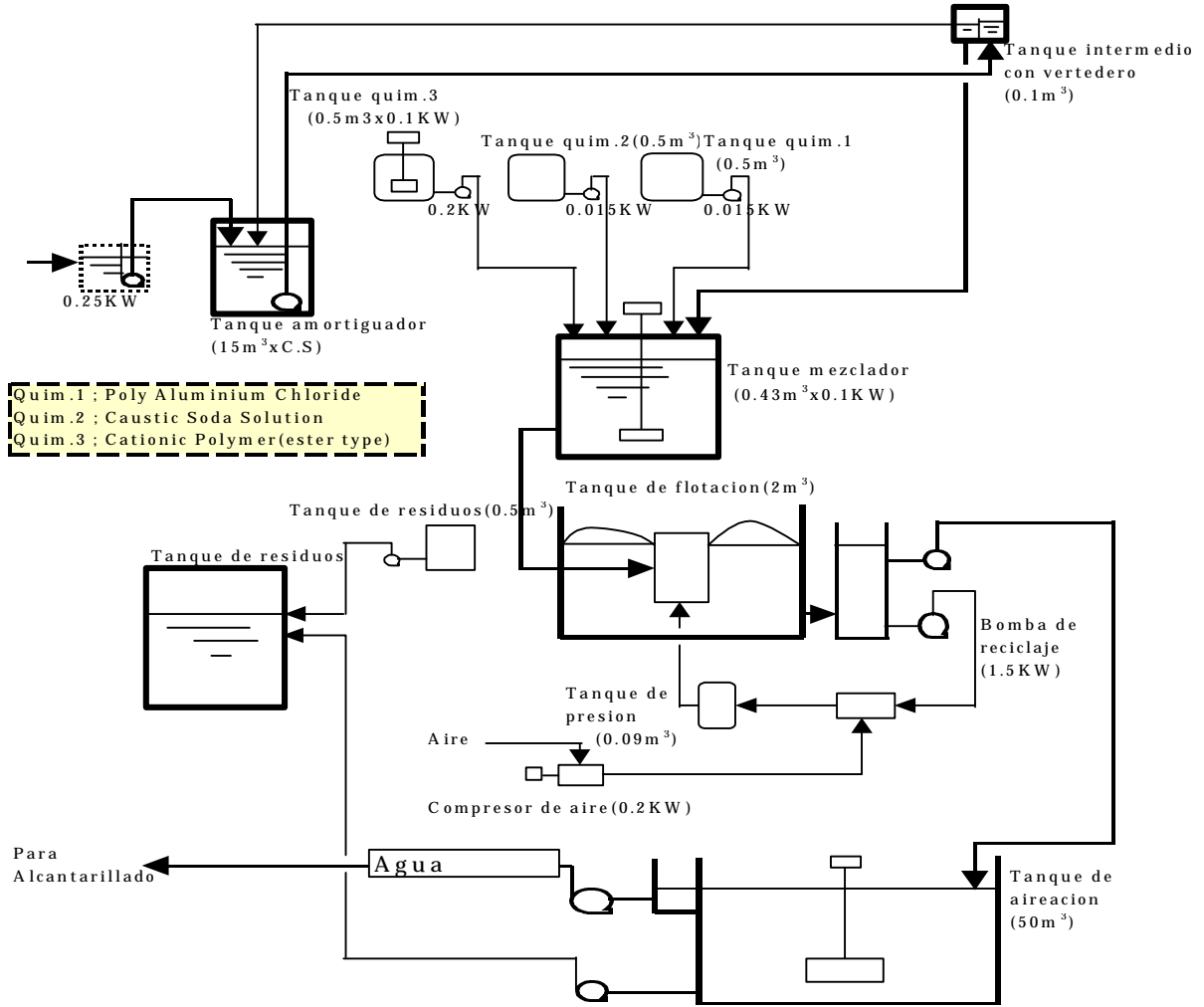
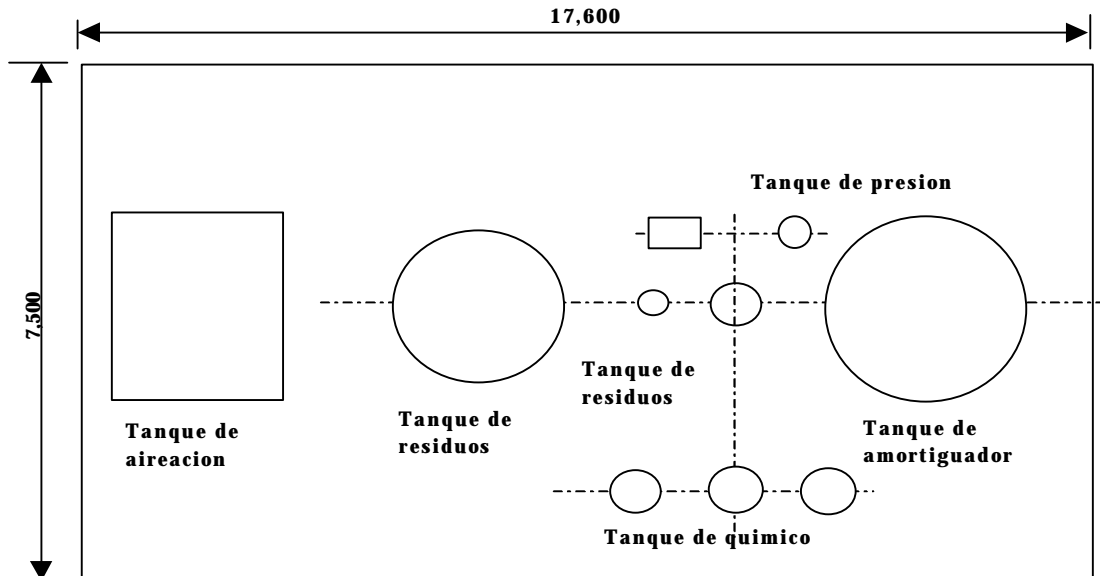


Figura 8-16 Disposición del sistema de tratamiento de aguas residuales (propuesta)



8-8 Auditoría detallada 2 (refinamiento de grasas y aceites 2)

8-8-1 Perfil de la empresa

Esta es una empresa fundada en 1961, y se sitúa entre las diez primeras empresas del sub-sector de refinamiento de grasas y aceites de Bogotá. Actualmente procesa el aceite industrial a partir de aceites y grasas animales (Cuadro 8-25).

Cuadro 8-25 Rubros de producción y su porcentaje

	Porcentaje
	%
De decantador	12.2
Uso industrial	87.8
Total	100.0

Del proceso de “superdecantación” se deriva un subproducto que es destinado al alimento del ganado.

Debido a la falta de materias primas, la empresa opera a una tasa baja de 33%.

Además, no opera con ningún tipo de sistema de tratamiento eficiente de efluentes, más que los interceptores de aceite, y está descargando las aguas residuales contaminadas al alcantarillado público.

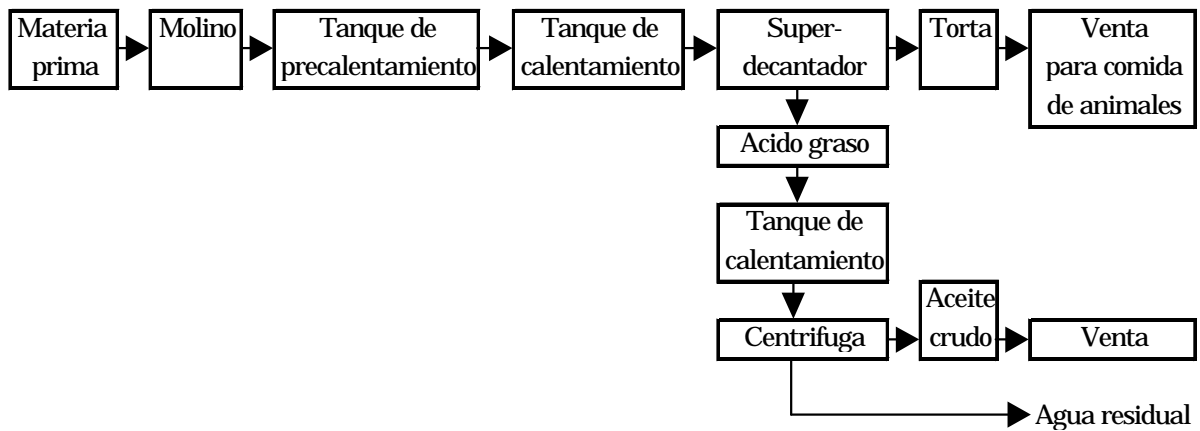
Actualmente, con el apoyo de un consultor, la empresa está estudiando la posibilidad de instalar un nuevo sistema de tratamiento con filtración de arena de suficiente tiempo de retención, pero hasta ahora no se han obtenido resultados satisfactorios.

8-8-2 Situación actual y problemas de la tecnología de producción

La tecnología de producción ha sido importada de EE.UU. y consiste en trituradora, superdecantación y centrífugas. En la Figura 8-17 se muestra el flujograma esquemático.

El mayor problema que la empresa desea resolver es cómo controlar la emisión y estancamiento del olor desagradable que se produce al descomponerse las grasas animales (materia prima) abandonadas.

Figura 8-17 Flujo esquemático de procesos

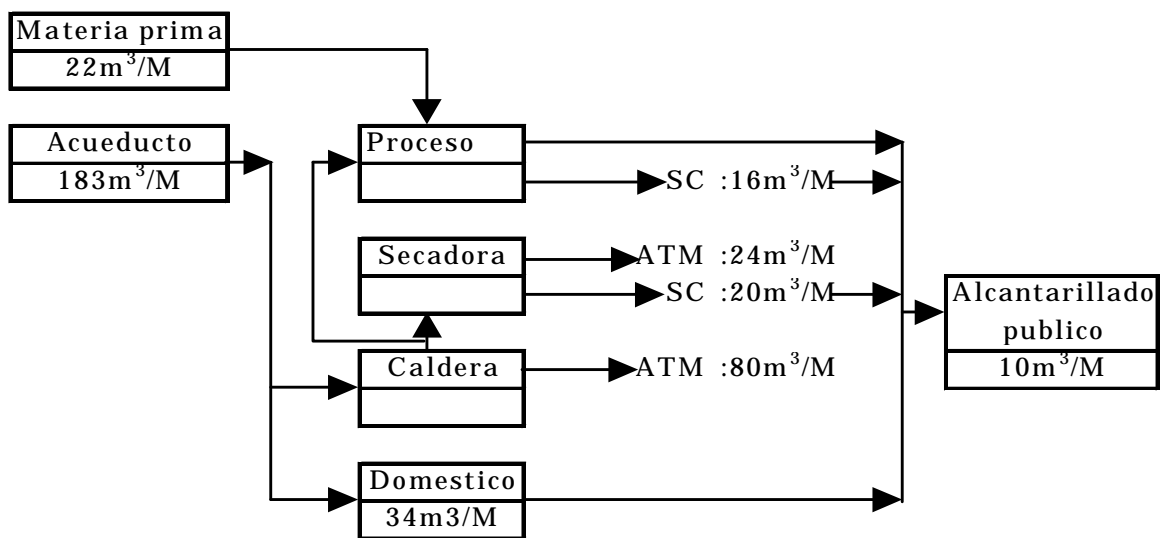


8-8-3 Situación actual y problemas de la tecnología de producción

(1) Balance de agua

La empresa consume mensualmente 183m^3 de agua municipal que se desglosan en: $35\text{ m}^3/\text{mes}$ (19.1%) para oficinas, $35\text{m}^3/\text{mes}$ (19.1%) para procesos y $148\text{m}^3/\text{mes}$ (80.9%) (Figura 8-18).

Figura 8-18 Balance de agua



(2) Requerimiento unitario de servicios

En el Cuadro 8-26 se resumen los requerimientos unitarios medios de servicios y materias primas.

Cuadro 8-26 Requerimientos unitarios medios

	Unidad	Consumo	Costo Peso/kg
Electricidad	KWH/T	48.7	7.2
Agua	M3/T	0.957	3.7
Carne	T/T	1.507	527.3

8-8-4 Descarga de contaminantes industriales, y tecnología de tratamiento

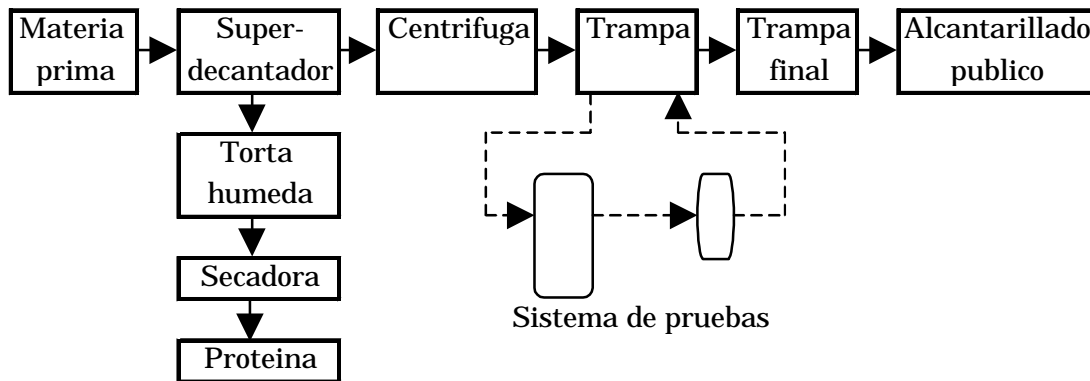
Al igual que la mayoría de las empresas del sub-sector, esta planta tampoco cuenta con otro sistema de tratamiento de aguas residuales que los interceptores de aceite, pero tiene un gran interés y voluntad de mejorar la calidad de sus efluentes, como lo demuestra el hecho de realizar ensayos de tratamiento dentro de la planta.

A continuación se resumen los resultados del análisis realizado con las muestras tomadas en noviembre del año pasado y en esta etapa del estudio (Figura 8-19 y Cuadro 8-27):

Cuadro 8-27 Resultados del análisis de los efluentes

Puntos de muestreo	Fecha de muestreo	Flujo	Temp.	pH	Conductividad	Turbiedad	Humedad	Aceite	DBO	DQO	DO	SS	T-SS
		m ³ /M		-	μ s/cm	-	%	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
1	19-02-99						9.9						
2							66.5						
3							6.8						
4				6.0				6,590	59,500	87,000			35,367
	18-11-98	41.5	51.4	6.57	11,000	34,000		25,390	106,000	144,000	0	85,250	115,000
5	19-02-99							2,200	37,000	49,500			9,233
	18-11-98		28.5	6.14	2,000	1,600		1,960	2,910	3,930	1.3	2,620	4,234
6	19-02-99							103,400	3,900	69,500			12,020
	18-11-98		25.3	5.17	7,100	82		84.6	1,500	4,040	1.59	286	5,764
7	19-02-99									16,000			
8										11,600			

Figura 8-19 Puntos de muestreo de los efluentes analizados



8-8-5 Propuestas y recomendaciones de medidas de descontaminación industrial

Para corregir la situación actual, y para subsistir en la competencia con las empresas nacionales y extranjeras, la empresa requiere mejorar los procesos, la descarga de aguas residuales y el nivel de mano de obra en la mayor brevedad posible. Como el primer paso, se recomendó en la primera etapa del estudio “poner en práctica las actividades de 5S”.

Además , se recomienda también lo siguiente:

(1) Producción Más Limpia

Si bien es cierto que es difícil realizar obras de remodelación importantes, se recomiendan tomar las siguientes medidas:

1. Consumo de servicios
 - a. Colocar los aislantes térmicos a los tubos e instalaciones consumidoras de vapor para prevenir quemaduras y condensación no intencional.
 - b. Colocar los aislantes térmicos a los tubos e instalaciones consumidoras de vapor para prevenir la descarga directa al atmósfera.
 - c. Mantener debidamente los medidores de entrada de agua
2. Derrame y fuga
 - a. Usar las mangueras flexibles de acoplamiento rápido para prevenir el derrame al momento de sacar del camión cisterna
 - b. Instalar el indicador de nivel al tanque de producto final para prevenir el rebosamiento del aceite y para controlar el volumen del líquido.
 - c. Ajustar las juntas que presentan fugas de vapor para prevenir la pérdida de agua.

3. Operación

- a. Controlar la operación de superdecantador para minimizar el consumo de vapor para el secado de la masa y la entrada de carne al aceite (altura de la pared, velocidad de rotación, etc.)

4. Seguridad

- a. Colocar el protector a la caja de terminales eléctricos del motor
- b. Limpiar el tanque del producto final y pintar con color claro

(2) Final de tubos (FT)

Las aguas residuales descargadas de esta planta son 4m³/día y provienen de las centrifugas. Si bien es cierto que la cantidad es reducida, estas aguas son muy concentradas, presentando valores de DBO de 100,000 mg/lit. DQO equivalente a 1.5 veces del DBO y 25,000 mg/lit de aceites.

Estas aguas son tratadas solamente en el interceptor de aceite junto con el agua condensada de vapor (3 veces aprox. de las primeras), y luego son descargadas fuera de la planta.

Para cumplir con las normas de DAMA, estos efluentes deberían ser tratados en un sistema de tratamiento biológico, que en términos de la economía no es el más idóneo porque requiere asignar un personal para su operación.

Sin embargo, como el primer paso, el equipo de estudio recomienda instalar el “sistema de tratamiento por coagulación”.

La operación de este sistema es la siguiente:

1. Agregar el coagulante en el tanque de mezcla para que las SS se precipiten formando flóculos.
2. Los flóculos precipitados son separados en otro tanque.

Para optimizar la operación del sistema es necesario seleccionar y determinar los coagulantes más apropiados y su dosis mediante ensayos previos.

La ventaja de este sistema radica en que puede eliminar la DQO y DBO contenidas en las SS y en los aceites, mientras que en otros procesos no se puede eliminar las sustancias orgánicas disueltas (DQO y DBO solubles).

A continuación se presenta una breve descripción del sistema de tratamiento propuesto (Figura 8-20):

1. Tanque intermedio (buffer tank)

Para facilitar la operación, instalar un tanque de 3m³ (volumen equivalente a medio día de aguas residuales) aguas abajo del interceptor de aceite.

2. Tanque químico

Instalar un tanque de polímero de sulfato ferroso, un tanque para el polímero aniónico que son utilizados como coagulantes, y otro tanque para la soda cáustica que se utiliza para la regulación de pH de las aguas residuales.

3. Instalación de coagulación

Esta instalación está configurada por el tanque de coagulación con agitador, tanque de flotación a presión, tanque de presión, compresor, bomba de circulación, etc.

8-8-6 Costos requeridos según alternativas y evaluación económica

(1) Bases de diseño de las instalaciones de tratamiento de aguas residuales

Para operar eficientemente este sistema de tratamiento de aguas residuales, es indispensable realizar el control de efluentes manteniendo baja y estable la concentración de agua cruda.

Cuadro 8-28 Criterios de diseño

	Unidad	Entrada	Salida
Flujo	m3/D	6	6
PH	-	6-7	5-9
DBO	mg/l	3,000	1,000
DQO		4,000	2,000
N-Hexane		2,000	100
SS		2,700	800

(2) Lista de los principales equipos de tratamiento de aguas residuales

En el Cuadro 8-29 se entrega la lista de los principales equipos.

Cuadro 8-29 Lista de equipos

	Nombre	Material	Especificacion	Costo
				US\$
Tanque	Tanque amortiguador	PE	1.6m x2.0mH=3m ³	
	Tanque intermedio	C.S	0.4m x0.8mH=0.1m ³	
	Tanque mezclador		0.5m x0.5m x1.5mH=0.25m ³	
	Tanque de sedimentacion		1.2m x2.0mH=2m ³	
	Tanque de lodos	PE	1.8m x2.4mH=5m ³	
	Tanque quim.1		0.9m x1.0mH=0.5m ³	
	Tanque quim.2		0.4m x0.8mH=0.1m ³	
	Tanque quim.3		0.9m x1.0mH=0.5m ³	
Bomba	para Tanque amortiguador	C.S	0.02m ³ /minx8mx0.25KW	
	desde Tanque amortiguador		0.02m ³ /minx8mx0.25KW	
	desde Tanque de sedimentacion		0.15m ³ /minx6mx0.4KW	
	desde Tanque quim.1	FRP	0.07l/minx5kg/cm ² x0.015KW	
	desde Tanque quim.2		0.01l/minx15kg/cm ² x0.015KW	
	desde Tanque quim.3	PVC	0.3l/minx10kg/cm ² x0.2KW	
Agitador	para Tanque mezclador	SUS	88rpmx0.1KW	
	para Tanque quim.3		197rpmx0.1KW	
Tubo & Valvula		PVC	40Ax50m	
			13Ax20m	
			Total	4,300

(3) Costos de construcción de un nuevo sistema de tratamiento de aguas residuales

En el Cuadro 8-30 se entregan los costos estimados de construcción.

Cuadro 8-30 Estimación de costos de construcción de un nuevo sistema de tratamiento de aguas residuales

	No.	Costo	
		US\$	
Taque	8		
Bomba	6		
Agitador	2		
Tubería	2		
Estructura			
Instalación			
Inst. & Elect.			
Panel			
Construcción			
Total			13,800

*1 Cotización gruesa = nivel local

*2 Es necesario que el usuario hiciera la estimación definitiva

*3 Tipo de cambio : 1US\$ = ¥ 120 = 1,500 pesos

(4) Evaluación económica de la alternativa

Sobre la base del Cuadro 8-27, la empresa actualmente está pagando 75,000 pesos al año en concepto de tarifa de descarga (para DBO y SS). En el caso de infracción, tendría que pagar 71 millones de pesos al día.

Actualmente, la empresa atraviesa por una fase difícil económicamente, pero el costo marginal de construcción y equipamiento corresponde a menos de 1% de la venta, que es inferior al monto de multa correspondiente a un día de infracción, por lo que la implementación queda plenamente justificable (Cuadro 8-31).

Cuadro 8-31 Costo marginal

		Unidad	Dosis de referencia	Precio unitario	Consumo o Producción (año)	Costo
			mg/l	US\$		US\$
Químicos	Químico 1	Kg	2,000	0.38	2,400	900
	Químico 2		200	0.38	240	90
	Químico 3		2	7.5	2.4	18
Servicio	Electricidad	KWH		0.1	773	77
Otros	Fangos	m ³		30	232	6,960
	Depreciación					920
Total						8,965

*1 Depreciación = método de monto fijo por periodo de 15 años

*2 Tipo de cambio = 1 US\$ = ¥ 120 = 1,500 pesos

Figura 8-20 Sistema de tratamiento de aguas residuales (propuesta)

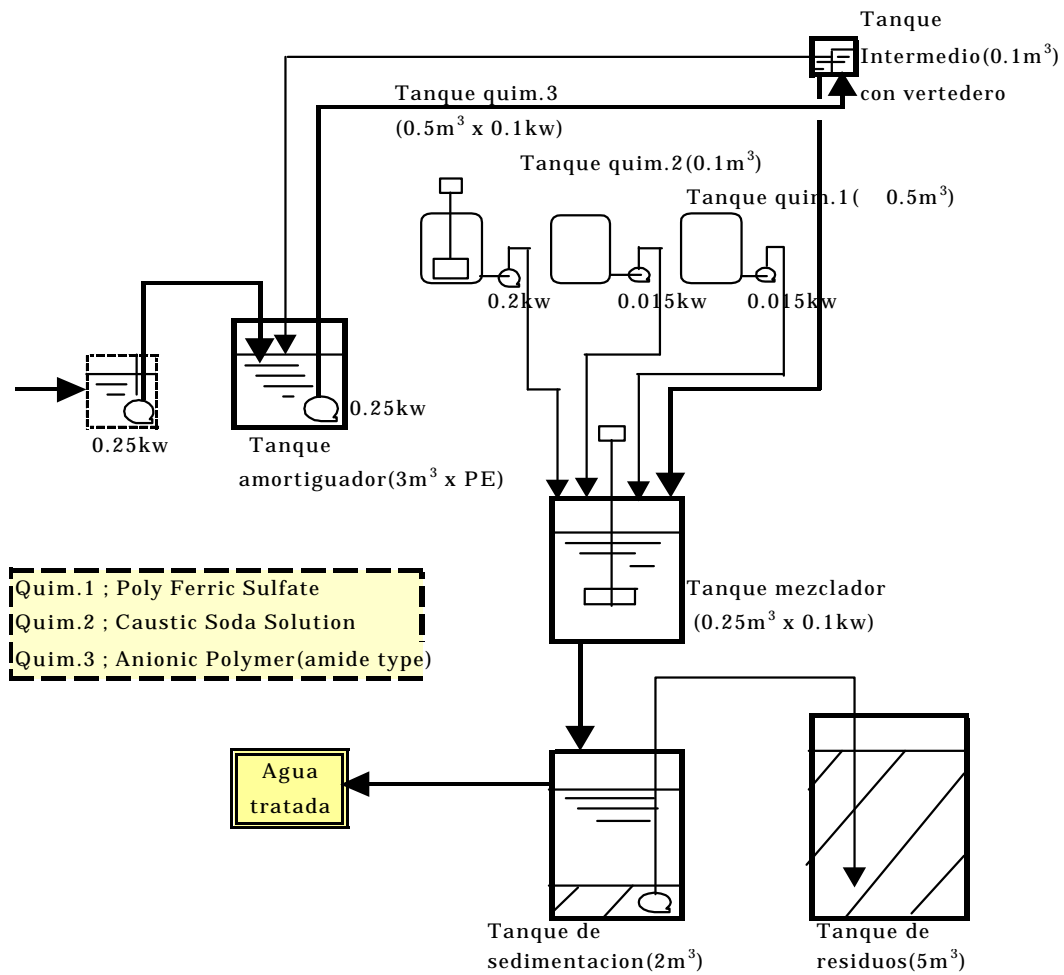
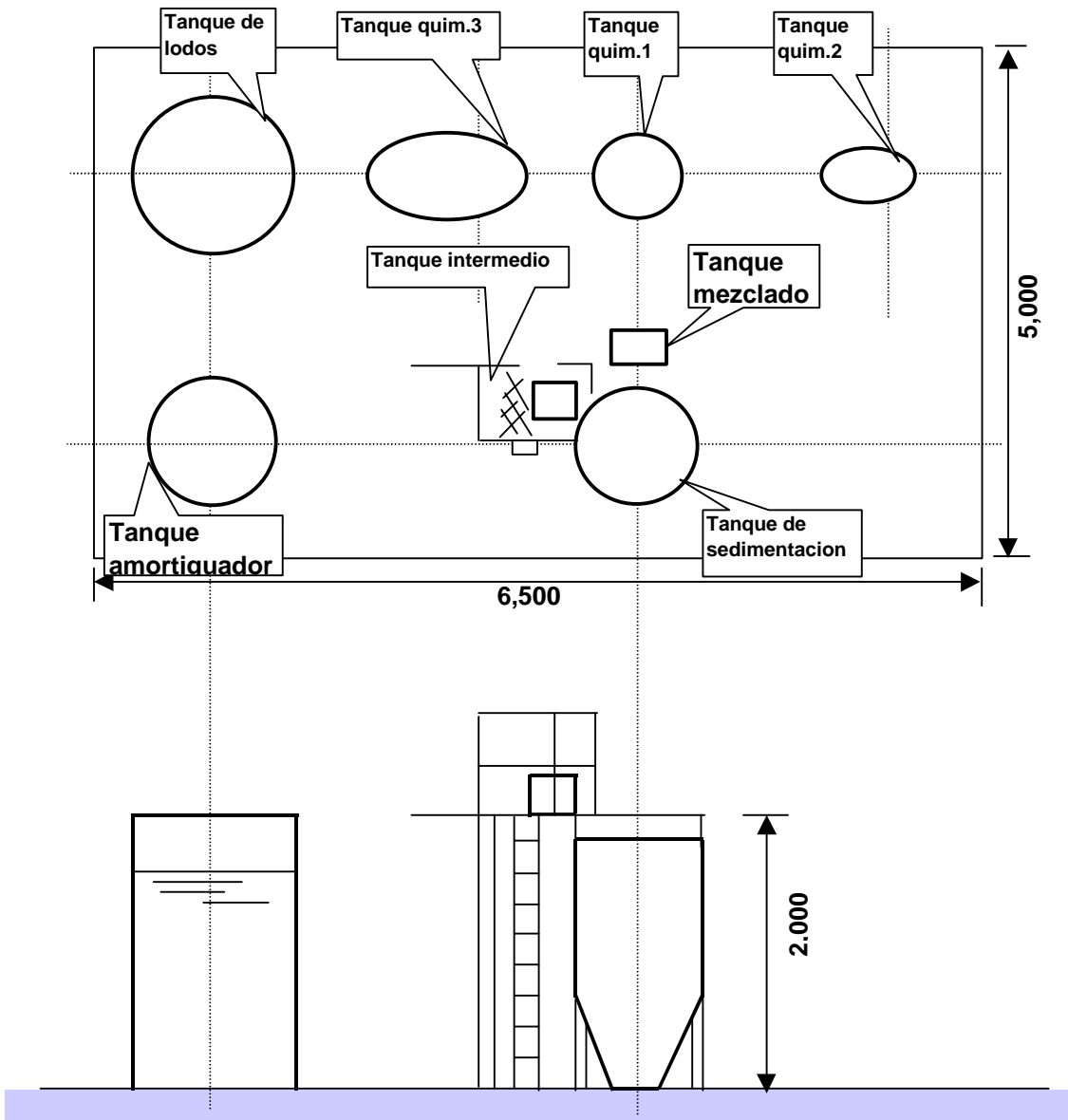


Figura 8-21 Disposición del sistema de tratamiento de aguas residuales (propuesta)

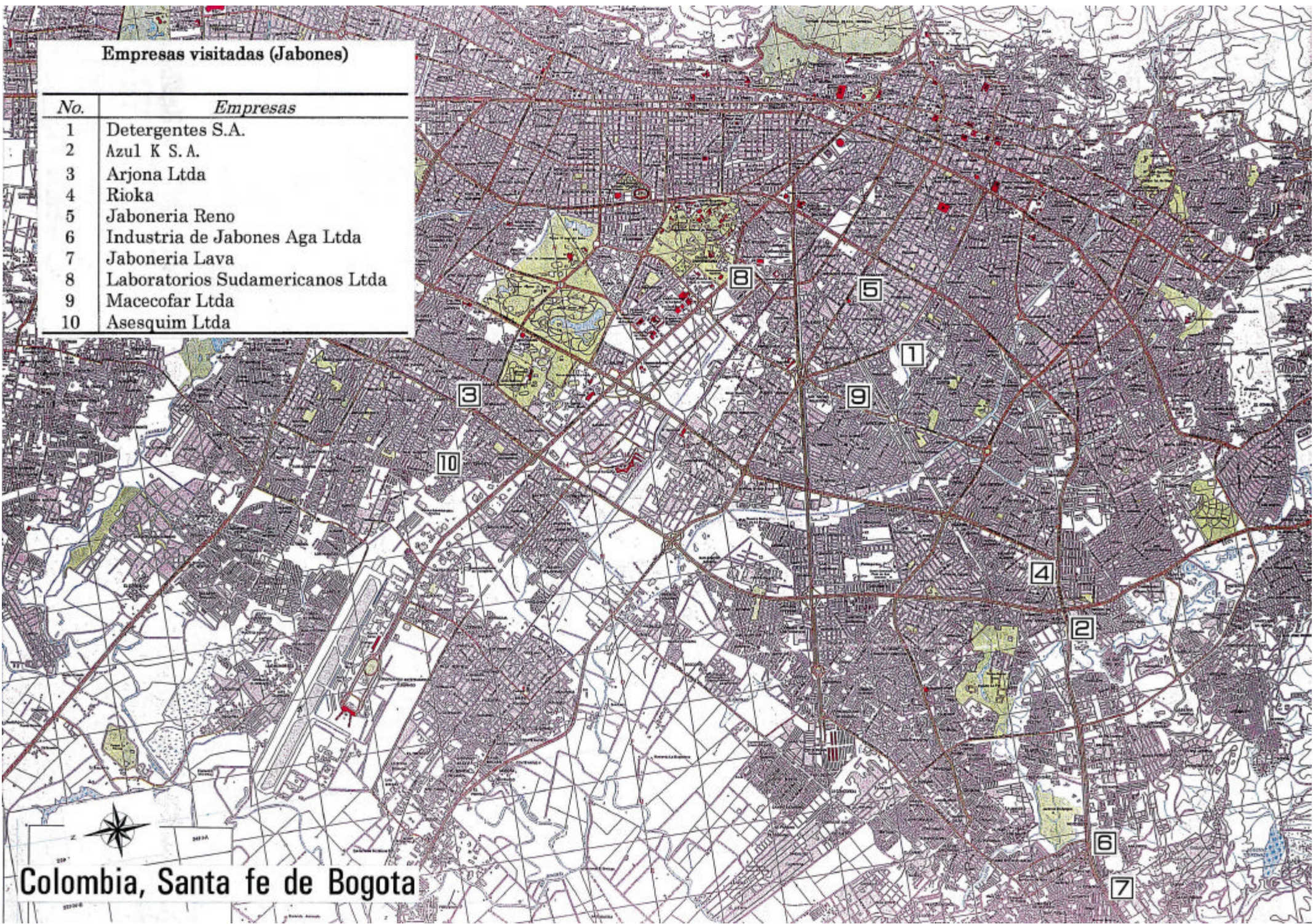


CAPITULO 9

**ANTEPROYECTO DEL PLAN DE DESCONTAMINACION
DEL SUB-SECTOR DE PRODUCCION DE JABONES**

Empresas visitadas (Jabones)

No.	Empresas
1	Detergentes S.A.
2	Azul K S.A.
3	Arjona Ltda
4	Rioka
5	Jaboneria Reno
6	Industria de Jabones Aga Ltda
7	Jaboneria Lava
8	Laboratorios Sudamericanos Ltda
9	Macecofar Ltda
10	Asesquim Ltda



Colombia, Santa fe de Bogota

CAPITULO 9

ANTEPROYECTO DEL PLAN DE DESCONTAMINACION DEL SUB-SECTOR DE PRODUCCION DE JABONES

9-1 Perfil del sub-sector de producción de jabones

9-1-1 Empresas del sub-sector de producción de jabones

En Colombia la producción industrial de jabones nació a principios del siglo XX. Las primeras fábricas se construyeron en Antioquía y en la costa del Océano Pacífico.

Las fábricas de detergentes sintéticos aparecieron en la década de los '40, con "Colgate Palmolive" fundada en 1943 e "Inextra Industria S.A." en 1948.

Como primera organización empresarial, se estableció la Asociación Nacional de Jaboneros en 1957. En esta época ya existían 30 empresas en la industria jabonera en diferentes sitios del país, tales como Bucaramanga, Ibagué, Armenia, Barranquilla y Manizales. La Asociación cambió su nombre original en Asociación Nacional de Jabones y Productores de Detergentes (ANALJA) en 1975. Dicha asociación es una entidad sin ánimo de lucro con objetivos de mantener armonía entre los socios y representar la industria frente al Estado para formular la política sectorial según las necesidades.

De acuerdo con las informaciones del Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE), en 1996 existían 87 empresas productoras de jabones y detergentes en Colombia y presentaron sus datos estadísticos al DANE. Según las informaciones de la Asociación Nacional de Industrias (ANDI) la fuerte competencia que existe entre muchas empresas productoras mencionadas está exigiendo la propaganda y la diversificación de sus productos para asegurar el mercado de cada empresa. Generalmente se observa que mientras las empresas de capital nacional de Colombia de producción en pequeña escala tienden a dedicarse a la producción de un producto único, las empresas multinacionales de producción en gran escala, tales como Inextra, Unilever Andina y Colgate Palmolive se orientan a la diversificación de sus productos.

La industria jabonera en Santa Fé de Bogotá se desarrolló a partir de la década de los '40 con la firma "Azul K" fundada en 1940 y la "Industria Elefante la Llave" en 1948. Actualmente, existen 35 empresas en Bogotá y presentan sus estadísticas al DANE. Sin embargo, sólo 5 de dichas 35 empresas pertenecen a la ANALJA.

Además, existe otro grupo de empresas que producen limpiadores líquidos, mezclando los materiales básicos de detergente con aditivos. Estas empresas no pertenecen a la ANALJA y su número se desconoce.

El Cuadro 9-1 indica la clasificación de las empresas bogotanas del sub-sector, según su capacidad de producción. Las que producen detergentes son sólo dos empresas; éstas producen también jabones, por lo que su número se indica entre paréntesis. Dentro de las 35 empresas productoras de jabones, sólo cuatro tienen una capacidad de más de 100 TM/mes, mientras que las demás son pequeñas y medianas empresas que básicamente operan con mano de obra familiar.

Cuadro 9-1 Número de empresas en el sub-sector de producción de jabones en Santa Fé de Bogotá

Producto	Capacidad de producción (t/mes)				Total
	<30	30-100	100-1,000	1,000<	
Jabón	29	3	2	1	35
Detergente	(1)	0	0	(1)	(2)
Limpiador	Incierto	0	0	0	incierto
Total		2	2	1	

Nota: números en paréntesis están incluidos en Jabón

El número de productores de jabones, detergentes y limpiadores en Santa Fé de Bogotá puede ser más de cien, si se incluyen las empresas no registradas.

En el Cuadro 9-2 se entrega la lista de las diez empresas entrevistadas a través de la auditoría de fábricas de la primera etapa del estudio en Colombia. Estas diez empresas cubren todas las categorías indicadas en el Cuadro 9-1. Dos empresas indicadas con S-1 y S-2 en el Cuadro 9-2 y otra empresa Unilever Andina S.A., el conjunto de estas tres empresas ocupa aproximadamente el 90% de la producción de jabones en Santa Fe de Bogotá.

Cuadro 9-2 Fábricas estudiadas

No.	Nombre de la Fábrica	Producto	Producción (TM/mes)
S-1	Detergentes S.A.	jabón, detergente	3300, 3300
S-2	Azul K S.A.	jabón	800
S-3	Arjona Ltda	jabón	13
S-4	Rioka	jabón	200
S-5	Jaboneria Reno	jabón	60
S-6	Industria de Jabones Aga Ltda	jabón	40
S-7	Jaboneria Lava	jabón, detergente	50, 30
S-8	Laboratorios Sudamericanos Ltda	limpiador	30
S-9	Macecofar Ltda	limpiador	7
S-10	Asesquim Ltda	limpiador	20

9-1-2 Posición del sub-sector de producción de jabones en Colombia y en Santa Fé de Bogotá

El Cuadro 9-3 indica los datos estadísticos respecto a 87 empresas productoras de jabones de Colombia en 1996. El número de empleados es 13,387, que corresponde al 0.04% de toda la población (36.44 millones de habitantes), y la venta de productos por empleado está en 81 millones de pesos.

De acuerdo a las informaciones de la ANDI, dentro del sector químico y petroquímico se incrementó aproximadamente en 2% el porcentaje del empleo en la industria de jabones, detergentes, limpiadores y cosméticos, desde el 10.6% en 1974 hasta el 12.2% en 1995.

Cuadro 9-3 Estadísticas de la Industria Jabonera en Colombia

Número de Establecimientos			87
Empleados en el sector			13,387
Venta de productos hechos en el establecimiento		(millones pesos)	1,087,457
Costo	Materias primas	(millones pesos)	420,552
	Costo laboral	(millones pesos)	63,789

(DANE, 1996)

El Cuadro 9-4 indica la producción anual de jabones y detergentes en Bogotá en 1996.

La producción en Bogotá ocupa el 30% y el 24% en promedio de la producción nacional de jabones y detergentes, respectivamente. Dentro del rubro jabones, ocupan un elevado porcentaje los jabones en líquido y en barra para lavar, y el tipo industrial. Asimismo, dentro del rubro detergentes, los productos sólidos representan un elevado porcentaje.

Cuadro 9-4 Producción de jabones y detergentes en Bogotá (1996)

Categoría	Clasificación	Bogotá (A) (t)	Nacional (B) (t)	A/B (%)
Jabón	Jabón barra para lavar	61,273	194,110	31.6
	Jabón Polvo para Lavar	20	130	15.4
	Jabón Líquido para lavar	1,038	1,230	84.8
	Jabón industrial	849	2,789	30.4
	Jabón Tocador	1,080	18,980	5.7
	Jabón Escama	14	81	17.3
	Sub-total	64,274	217,320	29.6
Detergente	Detergente Polvo	28,640	138,467	20.7
	Detergente Líquido	5,332	44,557	12.0
	Detergente Sólido	16,290	29,311	55.6
	Sub-total	50,262	212,335	23.7
Total		114,536	429,655	26.7

(DANE – ENCUESTA ANUAL MANUFACTURERA)

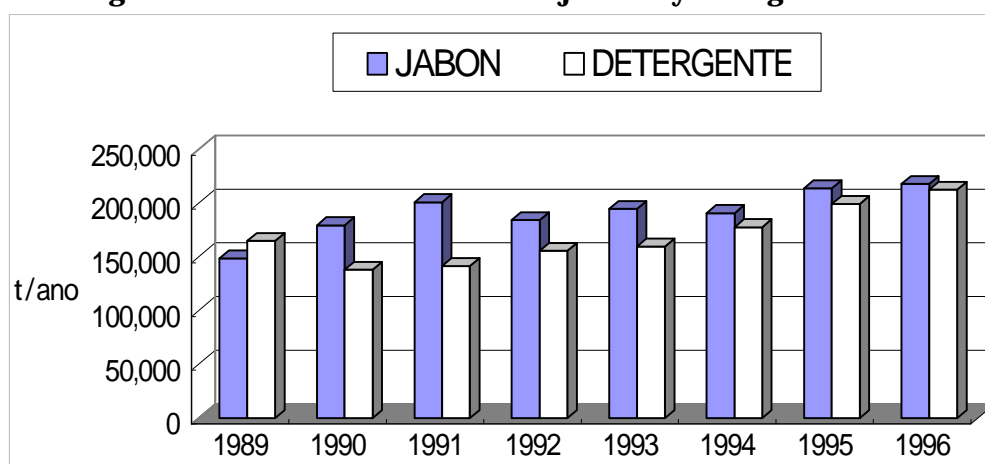
9-1-3 Evolución histórica y perspectivas hacia el futuro

El Cuadro 9-5 y la Figura 9-1 indican la evolución de la producción nacional del sub-sector de jabones desde 1989 hasta 1996. En 1996 la producción de jabones fue casi igual que la de detergentes.

Cuadro 9-5 Producción nacional total de jabones y detergentes

	PRODUCCION(t/año)							
	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
JABÓN								
Jabón Barra Lavar	133,223	150,334	181,834	160,095	171,026	163,672	188,064	194,110
Jabón Polvo para Lavar	86	74	83	72	54	62	58	130
Jabón Líquido para Lavar	666	688	900	813	776	858	1,324	1,230
Jabón Industrial	1,227	1,403	1,391	695	2,054	1,644	1,269	2,789
Jabón Tocador	12,391	26,010	16,138	22,220	20,530	24,410	22,616	18,980
Jabón Medicinal	199	221	297	207	160	104	567	508
Jabón Escama	648	539	3	3	6	7	2	81
SUB-TOTAL	148,440	179,269	200,646	184,105	194,606	190,757	213,900	217,828
DETERGENTE								
Detergente Polvo	97,320	90,069	88,979	84,495	91,172	92,952	132,968	138,467
Detergente Líquido	23,988	16,222	18,717	22,324	22,948	34,543	38,041	44,557
Detergente Sólido	43,446	31,541	33,794	48,730	45,330	50,022	27,973	29,311
SUB-TOTAL	164,754	137,832	141,490	155,549	159,450	177,517	198,982	212,335
TOTAL	313,194	317,101	342,136	339,654	354,056	368,274	412,882	430,163

Figura 9-1 Producción nacional de jabones y detergentes



Dentro de los productos de jabones, las barras ocuparon el 89%, a las que sigue el jabón de tocador con 9%, y el tipo de uso industrial y otros el menor porcentaje. A

pesar de que la mayor parte de la producción mundial de jabones son el de tocador y el de uso industrial, la producción principal en Colombia está caracterizada por jabones para lavar.

El detergente en polvo ocupó el 65% de toda la producción de detergentes en 1996.

El consumo calculado de jabón y detergente por persona fue de 6.0 kg/año y 5.8 kg/año respectivamente, y la suma de los dos, 11.8 kg/año, es del mismo nivel de consumo por persona en Francia. Sin embargo, en caso de Francia se consume más el detergente que el jabón con una proporción de 4 a 1, lo cual sucede en otros países europeos. En Colombia se observa también una posibilidad de aumentarse la demanda de detergente de ahora en adelante, debido al cambio del estilo de la vida mediante la difusión de máquinas lavadoras y otras razones.

El Cuadro 9-6 indica la tasa de crecimiento anual de producción nacional de cada producto entre 1989 y 1996.

En esta época observamos un crecimiento firme de la producción total de jabones y detergentes. Especialmente, la producción de detergentes adquiere dinamismo a partir de 1990, cuya tasa de crecimiento fue del orden de 8%. Si observamos cada uno de los puntos, el jabón de uso industrial, el jabón de lavar en polvo y líquido y el detergente líquido mostraron el crecimiento más dinámico.

Aunque el jabón tipo “escama” mostró un crecimiento alto comparado con otros productos, su volumen absoluto es aún bajo.

En el mercado en los próximos años, se mantendrá la misma relación entre jabón y detergente de los últimos años, según ANALJA,. Es decir, se prevé mayor crecimiento del detergente que el del jabón.

Cuadro 9-6 Tasa de crecimiento anual de producción nacional

	TASA DE CRECIMIENTO ANUAL (%)							Promedio
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	
JABÓN								
Jabón Barra	13	21	-12	7	-4	15	3	6
Jabón en Polvo	-14	12	-13	-25	15	-6	124	13
Jabón Líquido Lavar	3	31	-10	-5	11	54	-7	11
Jabón Industrial	14	-1	-50	196	-20	-23	120	34
Jabón Tocador	110	-38	38	-8	19	-7	-16	14
Jabón Medicinal	11	34	-30	-23	-35	445	-10	56
Jabón Escama	-17	-99	0	100	17	-71	3950	554
SUB TOTAL	21	12	-8	6	-2	12	2	6
DETERGENTE								
Detergente en Polvo	-7	-1	-5	8	2	43	4	6
Detergente Líquido	-32	15	19	3	51	10	17	12
Detergente Sólido	-27	7	44	-7	10	-44	5	-2
SUB TOTAL	-16	3	10	3	11	12	7	4
TOTAL	1	8	-1	4	4	12	4	5

De acuerdo con las informaciones de ANALJA, el 5% de la producción se exportaba a EE.UU. y a otros países de la región. Sin embargo, en 1998 el panorama cambió drásticamente puesto que los productos colombianos perdieron la fuerza competitiva debido a las barreras arancelarias. En 1997 Méjico importaba los productos de Colombia, en 1998 el esquema se invirtió.

9-1-4 Situación del Japón y de otros países

El Cuadro 9-7 y la Figura 9-2 indican la evolución de la producción de jabones y detergentes en Japón.

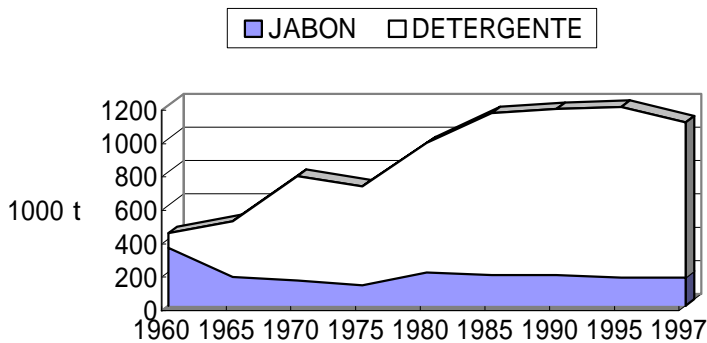
La producción industrial de jabones del Japón se desarrolló a partir del año 1870. A principios del Siglo XX se construyeron numerosas fábricas de jabón y el jabón arraigó en la vida del pueblo como artículo de primera necesidad. En la década de 1910, se logró cierto nivel de autoabastecimiento del producto. En la década de '50, se abrió el mercado a la libre competencia y las grandes empresas se enfrentaron a la producción masiva, mejoramiento de la calidad y racionalización, promoviendo la automatización del proceso continuo desde la refinación de las materias primas hasta el acabado de los productos y empaque mediante la tecnología introducida de otros países. En 1959 se registró una producción nacional de jabón de 380 mil TM. Sin embargo, esta cifra sufre una disminución posteriormente debido a la difusión de los detergentes sintéticos.

Cuadro 9-7 Producción anual de jabón y detergente en Japón (en miles de TM)

	1960	1965	1970	1975	1980	1985	1990	1995	1997
Jabón									
Tocador		84	98	8	109	110	111	96	88
Lavar		71	36	35	65	49	34	26	24
Industrial					12	20	29	37	45
Otros					12	6	8	10	11
Sub-total	347	171	151	122	198	184	183	169	168
Detergente									
En Polvo				415	475	606	623	592	546
Líquido				189	299	362	371	428	382
Sub-total	86	334	626	591	775	968	994	1,020	929
TOTAL	433	505	777	713	973	1,152	1,177	1,189	1,097

(Fuente: Anuario de Estadísticas del Japón: Dirección General de Estadísticas de la Agencia de Administración y Coordinación)

Figura 9-2 Producción anual de jabón y detergente en Japón



Dentro de la categoría de jabones, el jabón para lavar es el producto principal de los que bajaron la producción después de alcanzar al nivel máximo en 1959, y el jabón de tocador sigue teniendo un aumento en la producción desde entonces aunque es muy leve. En 1980 la producción del jabón para lavar se aumentó temporalmente, debido a la producción del jabón en polvo que respondió a la campaña contra el detergente sintético originada por el problema de eutroficación de lagos y lagunas a causa del detergente fosforoso. Sin embargo, el jabón en polvo no se aceptó completamente en el mercado y posteriormente su producción empezó a bajar en forma gradual.

Fue en la segunda mitad de la década de los '30 cuando en el mercado aparecieron los detergentes de uso familiar hechos a base de alcohol de calidad superior. Posteriormente se desarrollaron los detergentes sintéticos de alta capacidad de lavado, combinando el sulfonato de alquilobenceno con el fosfato condensado, cuyo uso se difundió rápidamente ayudado con la difusión de las máquinas lavadoras. En 1963 la producción total de los detergentes sintéticos superó la de jabones. La producción de detergentes se incrementó con un ritmo dinámico desde la década de 1960 hasta 1985 y posteriormente el mercado de jabones y detergentes entró en la época de maduración con la producción anual de un millón de toneladas aproximadamente. En el transcurso del período mencionado, temporalmente sucedió un aumento anormal de la producción, debido al desequilibrio entre la demanda y oferta causado por la crisis petrolífera que ocurrió dos veces. Por lo tanto, en 1975 y 1980 reaccionó la producción, bajándose hasta un nivel más inferior que el de los años anteriores.

El Cuadro 9-8 indica el consumo de jabón y detergente en los países miembros de la AIS (Association Internationale de la D'etergence), que es una asociación de jabón y detergente en Europa. El mercado europeo ya se ha madurado, y el 80% está

ocupado por los productos de Inglaterra, Alemania, Francia, Italia y España. Las cifras del Cuadro 9-8 incluyen jabón, detergente, artículos de tocador, agente suavizador, agente lavador de superficie, purificador, etc. y observamos que el consumo anual por persona es muy elevado. En el Cuadro 9-8 también se indica la cantidad total de la venta de jabón, detergente, agentes de acabado y artículos de tocador del año 1996 en Japón, además de la producción de 1996 en Colombia mencionada en el apartado 9-1-3. El consumo anual por persona en ambos países, Japón y Colombia, se aproxima al nivel más bajo registrado en Europa.

Con respecto al mercado de los Estados Unidos, el consumo anual de jabones y detergentes está en el orden de 7 millones de toneladas aproximadamente, aunque se disponen de pocas estadísticas publicadas. Las principales características de los productos de los Estados Unidos son las siguientes:

1. avanzado grado de densificación de los detergentes;
2. diversificación de las funciones de los productos, incluyendo detergencia, ablandamiento, anti-electroestática, desodorización, blanqueo, etc., y
3. avanzado grado de difusión de los detergentes líquidos.

Cuadro 9-8 Consumo de jabón y detergente en Europa (1990)

País	Consumo (TM)	Consumo Per Capita (kg)
Alemania	1,731,216	27.4
Inglaterra	1,651,700	28.4
Francia	1,485,553	26.3
España	1,395,485	34.6
Italia	1,330,900	23.1
Bélgica	346,417	33.9
Holanda	325,142	21.8
Turquía	324,668	5.7
Portugal	261,903	25.0
Grecia	238,100	23.5
Austria	171,243	22.4
Suiza	170,261	25.2
Dinamarca	122,062	23.7
Suecia	108,890	12.7
Finlandia	76,446	15.3
Noruega	66,790	15.7
Irlanda	53,685	15.1
Japón (in 1991)	1,833,772	14.8
Colombia (in 1996)	430,163	11.8

(Datos de AIS)

9-2 Situación actual de la tecnología de producción del sub-sector de producción de jabones

9-2-1 Tendencias y situación actual de la tecnología adoptada por las empresas del sub-sector de producción de jabones

Dentro del sub-sector de producción de jabones en Bogotá, las tres empresas siguientes son productoras grandes que ocupan el 90% de la producción:

Azul K S.A. establecida en 1946

Unilever Andina S.A. establecida en 1942

Detergentes S.A. establecida en 1964. Tecnología introducida de Italia

Las tres empresas productoras tienen instalados los procesos de separación de glicerina y de control de humedad mediante el sistema de vacío. La producción jabonera se realiza por lotes. Si bien es cierto que no se puede precisar la tecnología aplicada por otros productores, a grandes rasgos presentan las siguientes características:

1. No existe el proceso de separación de glicerina.
2. No existe el sistema de control de humedad con vacío, con algunas pocas excepciones.
3. Moldeo de jabón mediante vertimiento directo del líquido saponificado en recipientes de resina o de concreto, después de la saponificación.
4. El grado de exigencia de la calidad de jabón no es alto.
5. Todo el proceso es operado manualmente.
6. El proceso no es del tipo continuo.
7. Técnicas empíricas.

En cuanto a la producción de los limpiadores líquidos, no existe una tecnología especial. Sólo se necesita un proceso simple de mezcla.

A continuación se describen los procesos de producción de jabones y detergentes adoptados en Colombia y Japón:

(1) Proceso de producción de jabón

El proceso de producción de jabón se divide en dos fases: una fase en que se obtiene el jabón puro mediante la saponificación de aceites y grasas con la soda cáustica y otra para elaborar el producto final a partir del jabón puro. En Japón actualmente en lugar de la saponificación se adopta más un proceso de obtener el jabón puro mediante la neutralización del ácido graso con la soda cáustica. Sin embargo, en la industria jabonera en Santa Fe de Bogotá predomina el proceso tradicional de saponificación con el grasa neutral. A pesar de que el método común es la

separación de glicerina producida en la fase de saponificación mediante el desplazamiento salino para obtener el jabón puro, las empresas pequeñas y medianas de la industria jabonera en Bogotá eliminan la fase de la separación de glicerina en la mayoría de los casos, por lo cual el proceso de producción se clasifica en dos tipos: uno que tiene la fase de separación y otro que no la tiene.

1) Proceso de producción de jabones con la separación de glicerina

El proceso que tiene la fase de separación de glicerina es adoptado por las tres empresas grandes: Detergentes S.A. , Unilever Andina y Azul K. La Figura 9-3 muestra un diagrama de flujo de dicho proceso de producción de jabón.

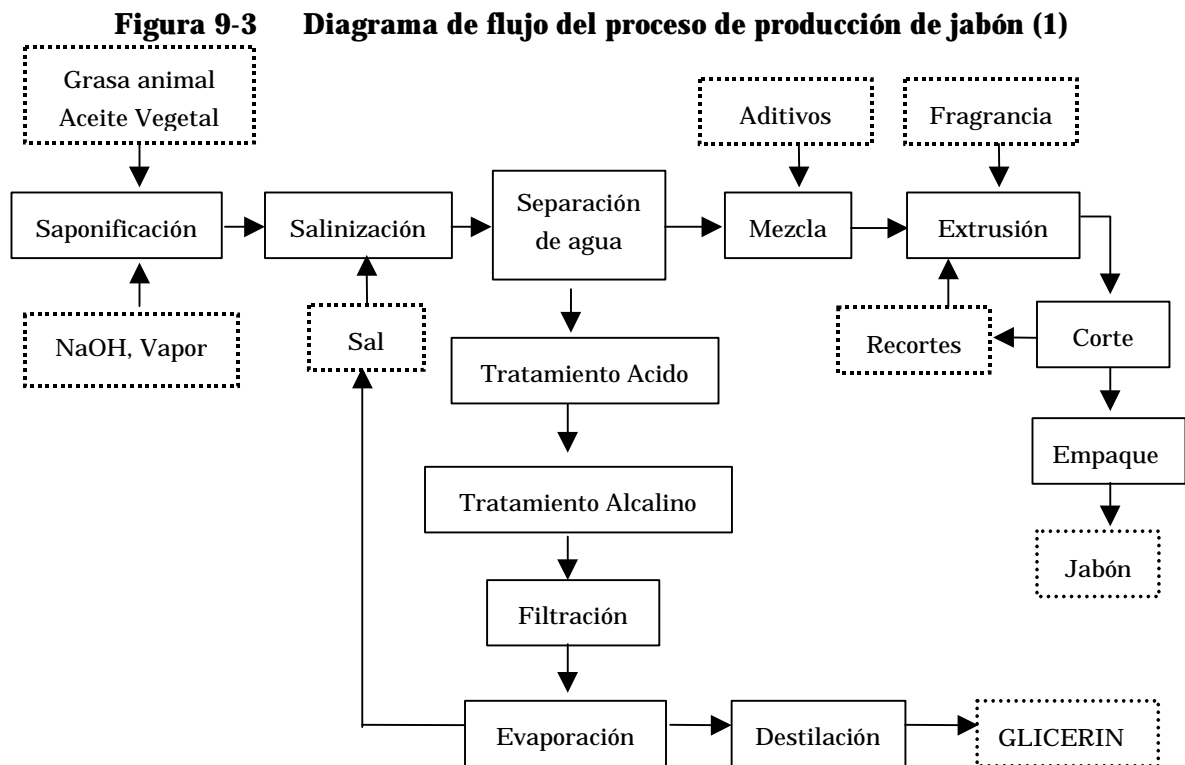
En el tanque de saponificación se introducen las materias primas (aceites y grasas), al que se aplica la soda cáustica. Al calentar el tanque con el vapor se produce la saponificación. Después se agrega el cloruro de sodio para el desplazamiento salino, con lo cual se separa el jabón puro de las lejías que contienen la glicerina. El agua que permanece en el jabón puro es controlada mediante la secadora de vacío en la siguiente fase. El material puro de jabón obtenido es enviado al mezclador, en el que se agregan los aditivos, tales como silicato de sodio, carbonato de sodio y colorantes, de acuerdo con las especificaciones de los productos. En la siguiente fase de extrusión se agrega el perfume. Posteriormente, el jabón extruido pasa a las líneas de corte, secado, sello y empaque de acuerdo con las especificaciones de los productos finales.

La glicerina que se produce en la fase de saponificación se separa del jabón puro y se purifica para posteriormente venderse como subproducto.

En este proceso, se ve la fuga de glicerina en las tuberías y válvulas de la fase de la separación y purificación de dicha sustancia. Al limpiar el piso se mezcla la glicerina con aguas residuales, lo cual puede ser una causa de incrementar la carga ambiental. Como se menciona posteriormente, las empresas grandes de la industria jabonera están abordando el tema de la fuga en el proceso con mucha énfasis para tomar contramedidas.

En las fábricas del sub-sector de producción de jabones en Bogotá, la operación se efectúa por lotes; la aplicación de un proceso de operación continua está aún en la etapa de estudio.

En el cuadro 9-9 se muestra la composición del costo para la producción de jabones en Colombia, en comparación con la de una empresa sana productora de jabones y detergentes de 1997 en Japón.



La mayor parte del costo está ocupada por las materias primas, cuyo porcentaje sigue siendo alto aunque bajó del 65% en 1974 al 55.8% en 1994. Aproximadamente la tres cuarta parte de las materias primas (aceites y grasas) de jabones es la grasa animal, la cual es importada principalmente de los Estados Unidos. El costo de la mano de obra tiene una subida drástica. Además la proporción de la administración general está también aumentando, debido principalmente al costo de la publicidad.

Cuadro 9-9 Composición del costo para la producción de jabones (%)

	Colombia				Japón (1997)
	1974	1985	1991	1994	
Materiales	65.0	62.1	56.5	55.8	47.7
Mano de obra	8.0	6.6	5.3	11.7	22.4
Compra de energía	0.3	0.9	0.8	0.9	-
Costos industriales en total	2.7	4.8	3.2	4.4	8.8
Impuesto de venta	0.0	4.4	5.0	1.3	-
Depreciación	1.5	0.6	0.6	0.8	3.4
Administración general	8.5	12.6	15.1	17.0	10.1

(ANDI: Industria de Productos de Aseo y Cosmético

Agencia de Pequeña y Mediana Empresas: Indices del costo de las pequeña y mediana empresas - Estudios realizados en 1998)

2) Proceso de producción de jabón que no tiene la fase de separación de glicerina

En general las fábricas no cuentan con el proceso de separación de glicerina, excepto las tres empresas mencionadas anteriormente. La glicerina generada por la saponificación se queda en el producto final. La concentración de glicerina que permanece en el producto varía según el tipo de la materia prima y si se utiliza el ácido graso como materia prima, no se produce la glicerina.

Dentro de esta categoría, existen diferentes procesos de combinación, según el tipo de materias primas y el método de corte de los productos. En las Figuras 9-4 y 9-5, se indican los diagramas de flujo de los procesos más representativos.

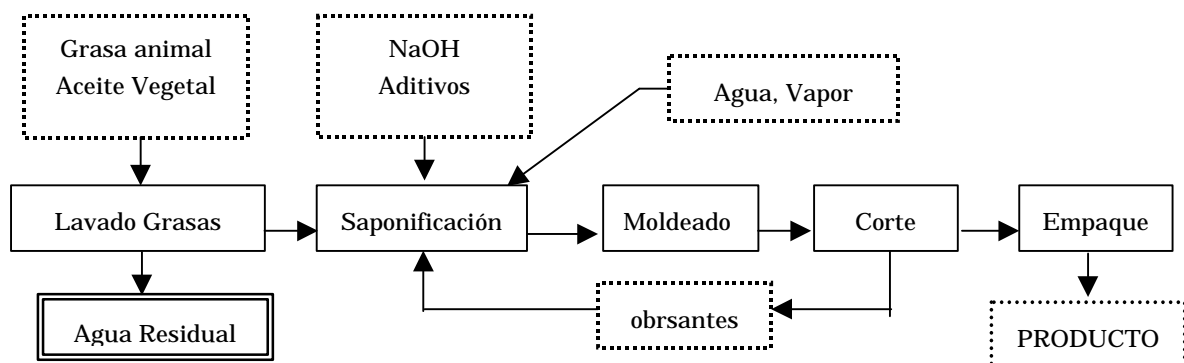
El proceso ilustrado en la Figura 9-4 es el que se adopta en la mayoría de las pequeñas y medianas empresas de este sub-sector de la producción de jabón. Actualmente en Japón no existe ninguna fábrica que adopte este proceso. El producto principal, en este caso, es el jabón en barra para lavar.

La producción es totalmente por lotes y los equipos son operados manualmente.

Las materias primas se lavan en agua caliente y pasan al tanque de saponificación, aunque también existen fábricas que no realizan este lavado. El líquido de lavado es separado y descargado, después de recuperar las grasas.

En el tanque de saponificación se mezclan el aceite y grasa, soda cáustica, aditivos y agua. Al calentar el contenido del tanque inyectando el vapor, se produce la saponificación. En la fase de moldeado, el jabón es colocado en los moldes de resina o de concreto. Posteriormente, se corta el jabón con el uso de la cizalla o sacabocado a golpe para obtener barras de jabón. Los productos son finalmente empacados. Los extremos cortados son reciclados en el proceso de saponificación.

Figura 9-4 Diagrama de flujo del proceso de producción de jabón (2)



Este proceso tiene los problemas siguientes:

1. Los aditivos deben ser resistentes al calor puesto que estos son utilizados en el proceso de saponificación a temperaturas altas. Por lo tanto, son necesariamente costosos.

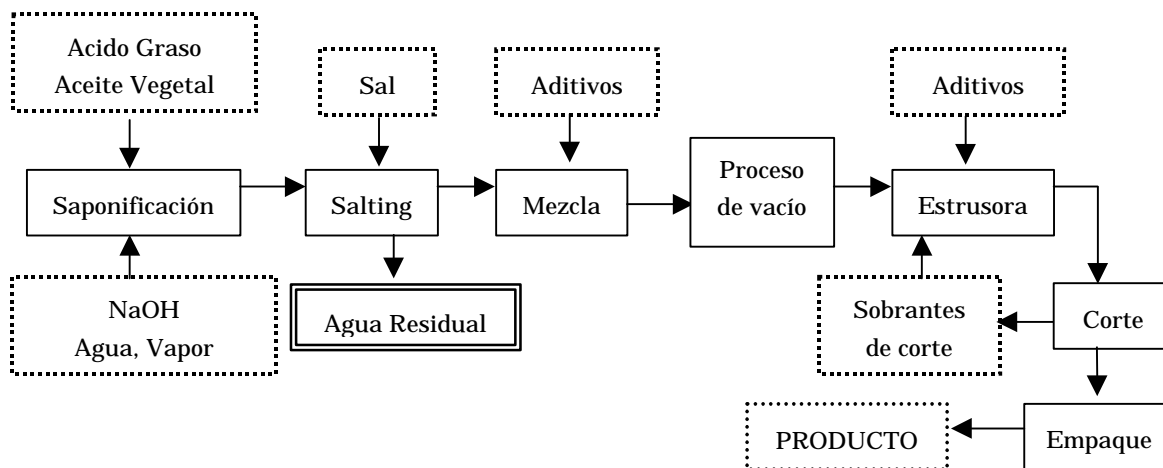
2. Los extremos sobrantes de las barras son, básicamente, reciclados en el proceso de saponificación, lo cual incrementa el consumo de energía en este proceso.
3. La glicerina permanece dentro del producto.

En el proceso que se muestra en la Figura 9-5, la materia prima es el ácido graso, al que se agrega una pequeña cantidad de aceites y grasas. Si se utiliza el ácido graso como materia prima, no se origina la glicerina, lo cual significa que el volumen de dicha sustancia que queda en el producto final es menor comparado con el del proceso indicado en la Figura 9-4.

Después de la saponificación (su reacción principal es la neutralización del ácido graso y soda cáustica), se agrega la sal. A diferencia del proceso de la Figura 9-3, las aguas residuales son descargadas sin recuperar la glicerina. Las fábricas que no realizan el desplazamiento salino, no descargan las aguas residuales debido a que todo el líquido saponificado es conducido al proceso de moldeado.

En este proceso, se aplican los aditivos al jabón puro en el tanque de mezclado, y el contenido pasa luego al proceso posterior donde se controla la humedad mediante el sistema de vacío. El perfume se agrega en la fase posterior, es decir, durante la extrusión. Este método no presenta las desventajas indicadas en el método de la Figura 9-4.

Figura 9-5 Diagrama de flujo del proceso de producción de jabón (3)



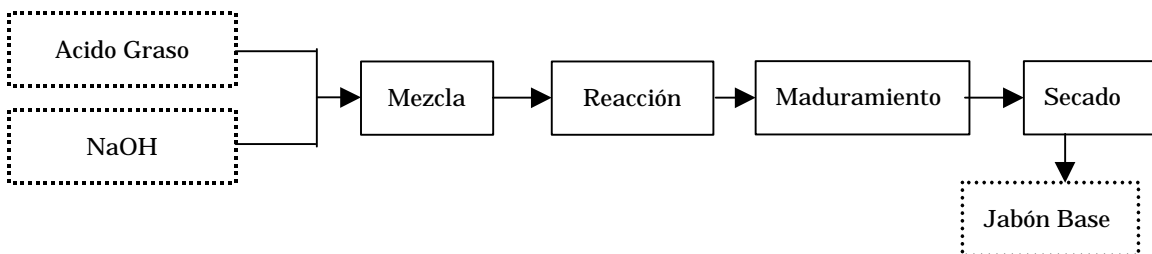
3) Proceso de producción de jabón en Japón

En Japón, la neutralización continua del ácido graso es el método predominante de producción de jabones, aunque existen algunas empresas que siguen trabajando con el método de saponificación de las grasas neutras.

En la Figura 9-6 se muestra un diagrama de flujo del proceso de producción de los materiales base de jabón mediante el método de neutralización continua. Aunque se asemeja al proceso mostrado en la Figura 9-5, la diferencia está en que en este caso no se utilizan el aceite y grasa como materias primas, sino sólo el ácido graso que se obtiene del aceite y grasa mediante la hidrólisis.

El proceso consiste en mezclar el ácido graso con el soda cáustica para que reaccionen. Después de la maduración, se elimina de 30% a 20% de humedad con el deshidratador de aspersión para obtener el material base de jabón. El proceso consiste en la neutralización, por lo que requiere menos tiempo que la saponificación. Además, se trabaja a una temperatura más baja. Otra ventaja está en la facilidad de modificar el proceso para realizar la operación continua.

Figura 9-6 Proceso de producción de base mediante neutralización continua



En Japón solo existen dos empresas que trabajan con el proceso que consiste en obtener el material base de jabón mediante la saponificación de las grasas y aceites neutros, y el proceso de saponificación es básicamente igual al que se mostró en la Figura 9-3. La saponificación se realiza por lotes. Sin embargo, las empresas japonesas contratan el servicio de un tercero para la recuperación de glicerina y sal de los efluentes del proceso de desplazamiento salino. Por consiguiente en las fábricas de jabones en Japón no se originan las aguas utilizadas para la refinación de los efluentes del desplazamiento salino.

Además, para lograr la calidad de producto que se exige, generalmente se compran aceite y grasa refinada para sus materias primas.

Otra cosa para mejorar la calidad es que se agrega un proceso de amasamiento con rodillos en la fase de la producción final.

(2) Proceso de producción de detergentes

El detergente se produce mezclando agentes tenso-activos, que se utilizan como material de base, agentes mezcladores para mejorar la capacidad detergente y otros aditivos, y los productos tienen diferentes formas, tales como en polvo, tipo sólido y líquido.

En el Cuadro 9-10 se muestra la combinación general de los diferentes agentes del detergente.

Cuadro 9-10 Combinación general de los agentes

		CONVENCIONAL		ALTA DENSIDAD	LIQUIDO
		Con fosfato	Sin fosfato		
TENSO-ACTIVO	LAS, AOS	15 - 20	17 - 25	30 - 40	10 - 15
	AS, SOAP	2 - 3	2 - 3	3 - 5	0 - 2
	AES	-	2 - 5	2 - 5	10 - 15
	AE	-	-	-	20 - 30
AGENTES MEZCLADORES	Na ₂ O· nSiO ₂	5 - 15	10 - 20	15 - 25	-
	Na ₂ CO ₃				
	Fosfato	14 - 20	-	-	-
	Zeolita A	-	15 - 22	15 - 25	-
	Na ₂ SO ₄	< 40	< 40	< 30	-
ADITIVOS	CMC	0.5 - 1	0.5 - 1	0.5 - 1	-
	Acido Cítrico	-	-	0 - 7	2 - 5
	Enzima	-	0 - 0.5	0.5 - 1.5	0.5 - 1
HUMEDAD		5 - 10	5 - 7	5 - 7	40 - 50

Dicen que existen miles de agentes tenso-activos y se clasifican en diferentes tipos, tales como aniónico, catiónico, no iónico y biónico. Los que se utilizan para el detergente son aniónicos y no iónicos. Como agentes aniónicos representativos, se pueden mencionar los siguientes:

1. Sulfonato de alquilobenceno lineal (LAS). Es de bajo costo de producción y se utiliza en forma muy amplia.
2. Sulfonato de olefina a (AOS)
3. Alquil sulfato de alcohol superior (AS) caracterizado por la suavidad.
4. Jabón del ácido graso
5. Sulfato alquiloéter (AES)

El polioxietileno alquiloéter (AE), agente no iónico, se utiliza con mucha frecuencia para el detergente líquido, aprovechando las características poco espumosas.

Generalmente para los detergentes, se utilizan los agentes tenso-activos aniónicos y no iónicos mezclados en diferentes proporciones según el objetivo del uso. Sin embargo, en Colombia se utiliza el LAS.

El detergente fue perfeccionado con el logro de un detergente en polvo de poca alcalinidad y lo que contribuyó a la mejora de la capacidad del detergente era el fosfato condensado representado por el sodio de tripolifosfato (STTP) y sodio de pirofosfato (TSPP). Si a estos se agregan la base alcalina, tales como carbonato de sodio y silicato de sodio y la base neutral tal como sulfato de sodio, se formarán las sustancias generalmente denominadas “agentes mezcladores”.

El sodio de tripolifosfato tiene varias funciones útiles, tales como ablandar el agua

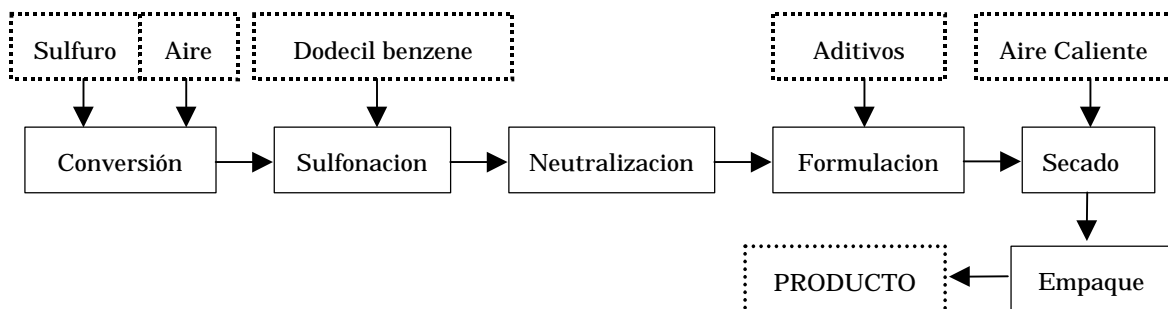
capturando los iones de calcio que influyen en la dureza de agua, mejorar la capacidad del detergente dispersando materias inorgánicas y suciedades como lodo, mantener el agua en el menor alcalinidad, y evitar la solidificación del detergente en polvo con el agua absorbida. Debido a las funciones útiles mencionadas, se utilizó una vez con la proporción de 20 a 30% en Japón y de 40 a 60% en los Estados Unidos y Europa donde el agua tiene mala calidad.

Posteriormente, en la segunda mitad de la década de 1960 se originó el problema de eutroficación de los lagos y lagunas, lo cual obligó identificar otro agente mezclador en vez del fosfato condensado y empezó a utilizarse la zeolita como alternativa. En Japón prácticamente desapareció el detergente con el fosfato. En Colombia como agente mezclador se utiliza el sodio de tripolifosfato.

1) Proceso de producción de detergentes en Santa Fe de Bogotá

En la Figura 9-7 se muestra el diagrama de flujo de producción de detergentes.

Figura 9-7 Diagrama de Flujo del proceso de producción de detergentes



El aire y azufre son conducidos al convertidor para formar gases de anhídrido sulfúrico, los cuales son conducidos a la siguiente fase de sulfonación, en la que la sulfonación del alquilobenceno lineal (el representativo es dodecilbenceno.) produce el ácido sulfónico de alquilobenceno, del cual se obtiene el alquilobenceno sulfonato lineal (LAS) mediante la neutralización con soda cáustica.

En la siguiente fase el LAS se mezcla con los aditivos y se envía bombeado a presión al atomizador ubicado al tope del deshidratador de aspersion. La pasta aguada de detergente es secada con aire caliente soplado del secador y finalmente pasa a la línea de empaque.

Detergentes S.A. es la única empresa en Bogotá que realiza la sulfonación. Este proceso funciona con una operación continua y la fase de empaque es controlada por un sistema computarizado. En este proceso no se originan desechos.

El resto de las fábricas sólo aplican los aditivos a los materiales de base de los detergentes para obtener los productos. En estas fábricas, que son de las pequeñas empresas, no se realiza un mantenimiento en forma adecuada y se encuentra una fuga de productos en polvo en las válvulas rotativas, afectando el ambiente de trabajo.

El Cuadro 9-11 indica la composición del costo de la producción de detergente en Colombia, en comparación con la de una empresa japonesa sana de la industria jabones y detergentes en 1997, igual que el Cuadro 9-9.

Cuadro 9-11 Costo de la producción de detergentes (%)

	Colombia				Japón (1996)
	1974	1985	1991	1994	
Materias primas	54.3	53.8	39.4	33.7	47.7
Mano de obra	11.1	8.2	8.2	5.8	22.4
Compra de Energía	0.2	0.4	0.5	0.6	-
Costos industriales en total	1.4	2.1	2.0	1.0	8.8
Impuesto de venta	0.0	4.4	4.7	1.5	-
Depreciación	0.7	0.3	1.0	1.3	3.1
Administración general	25.2	19.1	22.1	33.4	10.1

Mismo que el caso del jabón, las materias primas ocupan un porcentaje elevado del costo, aunque bajó del 54.3% al 33.7% durante los 20 años indicados en el cuadro debido a la disminución de la tasa impositiva de importación. Los principales materiales importados son el dodecibenceno, sodio de tripolifosfato, sodio de sulfato, calcio de fosfato, etc. En este sub-sector, la proporción del costo de la mano de obra es relativamente pequeña comparado con otros sub-sectores de labor intensiva y está bajando debido a la tendencia de disminuir el número de trabajadores que se refleja en este sector.

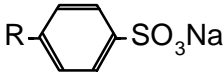
Otro costo que debemos prestar la atención es el costo de publicidad dentro de los gastos administrativos generales. La proporción de la publicidad subió en más de 5% entre 1974 y 1994, alcanzando el 13.9%. Esto se debe a una competencia muy fuerte del sector de detergentes que obliga a hacer la diferenciación y exhibición de productos, obsequio de muestras, etc.

2) Proceso de producción de detergentes en Japón

Como se menciona en el inciso anterior, el agente tenso-activo que se utiliza para los detergentes producidos en Bogotá es el LAS. En el Cuadro 9-12 se indican las

fórmulas de unos principales agentes tenso-activos que se utilizan como material de base del detergente en Japón. El jabón es tradicionalmente un agente tenso-activo representativo de tipo aniónico.

Cuadro 9-12 Agentes tenso-activos representativos

Categoría	Nombre	Estructura
Aniónico	Jabón	R-COONa
	LAS (Linear Alkylbenzen Sulfonate)	
	AOS (Olefin Sulfonate)	RCH=CHSO ₃ Na
	AS (Fatty Alcohol Sulfonate)	R-OSO ₃ Na
	AES (Polyoxyethylen Alkyl Ether Sulfate)	R-O(CH ₂ CH ₂ O) _n SO ₃ Na
No iónico	AE (Polyoxyethylen Alkyl Ether)	R-O(CH ₂ CH ₂ O) _n H

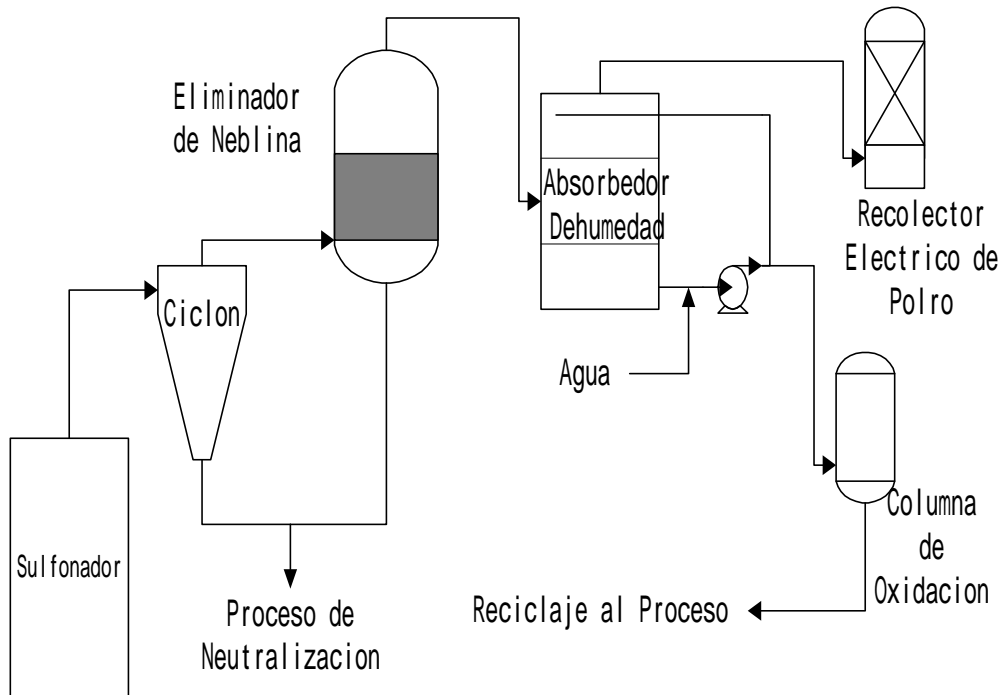
A continuación se explica el procedimiento de producción de los agentes tenso-activos indicados en el Cuadro 9-12.

1. Sulfonato de alquilobenceno lineal (LAS.): se obtiene neutralizando con soda cáustica el ácido sulfónico de alquilobenceno, obtenido mediante la sulfonación del alquilobenceno lineal. Se usa la palabra “lineal”, puesto que el grupo alquilo unido al anillo de benceno tiene una forma lineal.
2. Polioxietileno alquiloéter (AE): agente tenso-activo no iónico que se obtiene mediante polimerización adicional del alcohol superior que contiene C₁₂ con el óxido de etileno.
3. Sulfato alquilo de polioxietileno alquiloéter (AES): es un sulfato alquilo que se obtiene por la sulfatación y neutralización del hidrógeno terminal del AE anteriormente mencionado .
4. Soda de ácido sulfónico de olefina a (AOS): se produce de la hidrólisis con soda cáustica de las sustancias formadas por la sulfonación de olefina.
5. Sulfato de sodio de alcohol superior (AS): se obtiene neutralizando el alcohol superior sulfatado con soda cáustica.

Generalmente, se utiliza un sólo agente tenso-activo (limpiadores, emulsificantes, dispersantes, penetrantes, etc.) en los procesos industriales. Sin embargo, casi todos detergentes de uso familiar se producen combinando más de dos agentes tenso-activos. Dentro de los agentes mencionados, el sulfato de alquilobenceno lineal (LAS) es el más utilizado también en Japón por su mejor calidad, rendimiento económico y aplicabilidad que otros. El proceso de producción es básicamente igual que el de la Figura 9-6. A continuación mencionaremos un aspecto importante para la conservación ambiental como ejemplo de la tecnología de PML.

Desde la salida del reactor de sulfonación, se descargan, junto con las sustancias sulfonadas, los gases que contienen neblinas de SO_2 y el ácido sulfúrico a una concentración de 300 a 500 ppm, los cuales deberán ser eliminados desde el punto de vista de la prevención de la contaminación atmosférica. La Figura 9-8 indica el diagrama de flujo de un proceso de tratamiento de los gases emitidos de la fase de sulfonación.

Figura 9-8 Flujograma de tratamiento de gas efluente de sulfonación



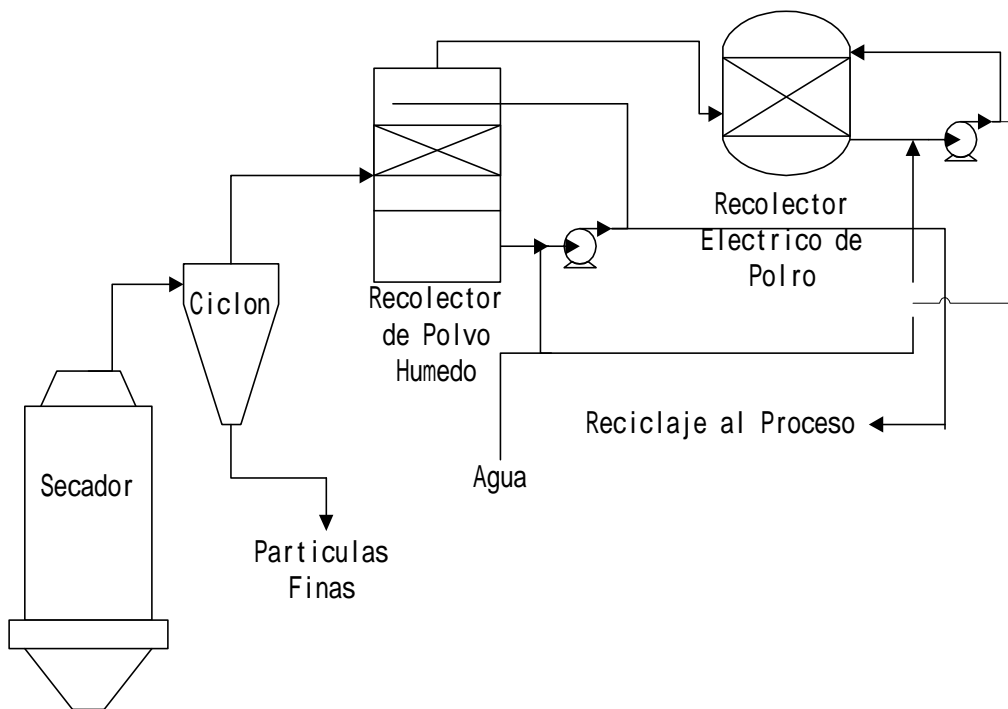
La neblina de SO_2 y del ácido sulfúrico contenida en los gases emitidos que fueron separados en la reacción de sulfonación del ciclón, es sometida al eliminador de neblina. Posteriormente, el SO_2 es removido por la absorción húmeda con el uso del agua alcalina. En el caso de los detergentes sintéticos, el SO_2 es absorbido utilizando la soda cáustica como agua alcalina, y para convertirse en sulfato de sodio mediante oxidación en el aire. Posteriormente, se recicla como agente mezclador del detergente. El sistema cuenta con el colector eléctrico de polvo para eliminar la neblina residual (en forma de humo blanco) que no ha sido removida por el eliminador o por la absorción. Tenemos algunos ejemplos en que se ha logrado reducir substancialmente el volumen de descarga de las aguas residuales, mediante el reciclaje del agua de lavado alcalina (producida por la absorción húmeda mencionada anteriormente) en el proceso.

En la fase de secado, la sustancia resultante de la sulfonación, después de la neutralización, es combinada con el agente mezclador orgánico como la celulosa de

carbometilo (CMC), etc. y con el agente mezclador inorgánico como sulfato de sodio, silicato de sodio, ceniza de soda, etc., y es pulverizada en el deshidratador de aspersión a través de una bomba de alta presión para ser secada con la corriente de aire de 250 a 300°C. En esta fase, se necesita tratar los polvos de menos de 100µ emitidos del deshidratador de aspersión. En la Figura 9-9 se presenta el diagrama de flujo de tratamiento de gas efluente del deshidratador de aspersión.

Figura 9-9

Diagrama de flujo de tratamiento de gas efluente del deshidratador de aspersión



Para el lavado del gas efluente del secador, generalmente se adopta el método de lavado tipo húmedo. Anteriormente, la gran carga de las aguas residuales constituía un serio problema puesto que para controlar las espumas producidas por los detergentes en polvo se necesitaba gran cantidad de agua. Sin embargo, la mejora de la eficiencia de captura y de la circulación del agua de lavado además del reciclaje en el proceso permitieron reducir considerablemente el volumen de descarga de las aguas residuales.

Para la producción de los detergentes en polvo, el deshidratador de aspersión que consume mucha energía, está siendo desplazado por un sistema diseñado que realiza desde el mezclado, amasamiento hasta la trituración con la amasadora mecánica, y otros equipos con menor consumo de energía.

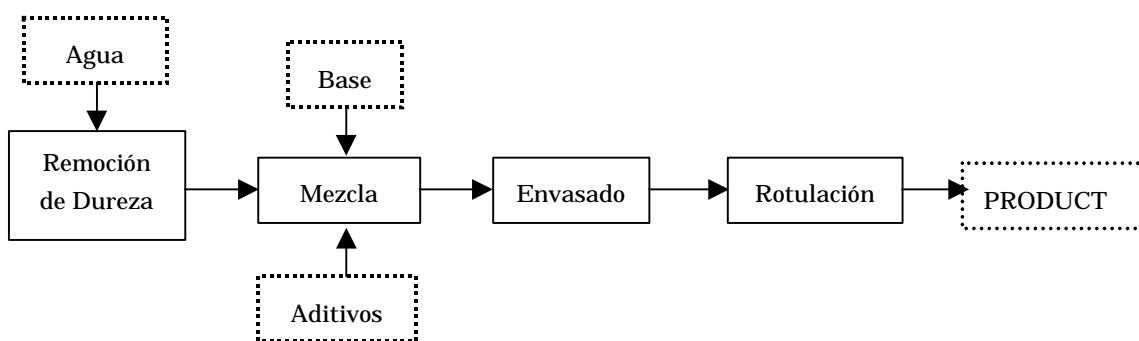
A continuación se resume la evolución de las técnicas de producción de los detergentes en los últimos 20 años:

1. Libre de fosfato: a raíz de la eutroficación en los ríos y lagos, se vio la necesidad de desarrollar los agentes mezcladores para reemplazar el fosfato condensado, y en 1980 aparecieron los productos libres de fosfato.
2. Difusión de los detergentes con enzimas: en Japón en 1979 apareció en el mercado un producto que contenía enzimas para descomponer la proteína. Posteriormente, se incrementó la variedad de enzimas según las sustancias que descomponían, tales como proteasa (proteína), lipasa (grasa), celulasa (celulosa), amilasa (almidón), etc., Generalmente, los detergentes contenían más de dos variedades de enzimas a una concentración de 1% aproximadamente
3. Aparición de detergentes densificados (compactos): El peso específico aparente de los productos tradicionales era de 0.35 ± 0.05 . Gracias al desarrollo de la tecnología de granulación se logró modificar el peso específico aparente 0.75 ± 0.05 . Además, al incrementar al doble el contenido de agente tenso-activo y aumentar la dosis del agente mezclador, se logró reducir el volumen de uso estándar al 60% de los productos anteriores, y por ende, compactar el paquete de los productos a 1/4. El aumento del costo de producción por peso unitario, fue compensado con la reducción de los costos de empaque, y el aumento del rendimiento de transporte y almacenamiento. Por esta razón, actualmente no sólo en Japón sino también en Europa, la mayoría de detergentes tradicionales están siendo reemplazados por el detergente compacto.

(3) Proceso de producción de limpiadores líquidos

La Figura 9-10 muestra un diagrama de flujo del proceso representativo de producción de los limpiadores líquidos en Bogotá.

Figura 9-10 Diagrama de flujo de proceso de producción de limpiadores



Aquí se mezclan el agua ablandada mediante resina intercambiadora de iones y la materia prima en un tanque. La mezcla es envasada y rotulada para tener los productos finales. Algunas fábricas eliminan el proceso de ablandamiento de agua. El producto de este proceso se elabora mediante una mezcla simple de la materia prima con agentes facilitadores, por lo tanto las instalaciones y equipos de la producción no tienen mucha importancia para la competencia que existe entre las fábricas. La diferencia que se ve entre las fábricas es el avance de automatización en distintos niveles en el proceso de alimentación de la materia prima, acomodación de productos y empaque. Dicen que en las empresas multinacionales la automatización está relativamente avanzada. Mientras tanto en las empresas objeto de la auditoría se realiza la operación manual en todo el proceso. Este proceso no descarga desechos sólidos. Las aguas residuales sólo se producen en la limpieza del tanque mezclador, aunque su volumen es insignificante.

9-2-2 Problemas técnicos de la producción

Todos los productores de jabones de Bogotá realizan la operación por lotes (batch), y la introducción del sistema continuo que es predominante en Japón y en otros países no es considerada como una tarea de suma urgencia por las siguientes razones:

1. La operación continua es válida en el caso de continuar la producción masiva de pocas variedades de productos durante cierto período. Como se indica en el Cuadro 9-2, la producción mensual de las empresas del sub-sector en Bogotá es de poco volumen (menos de 200TM), excepto las tres empresas grandes, por lo cual es apropiada la operación por lotes que es más flexible.
2. En Colombia el aceite y grasa no están constantemente disponibles en el mercado. Si se adoptara el sistema continuo, se exigiría un cambio frecuente para responder a la variación de la disponibilidad de las materias primas.

Las tres empresas grandes encaran por su propia cuenta el mejoramiento de la tecnología. Como una de las mejoras logradas hasta ahora se menciona la reducción considerable de consumo de agua. Además están preparando los proyectos de computarización del sistema de secado, etc.

Para las técnicas de producción en las empresas pequeñas y medianas, los principales problemas son los que se señalan en el proceso descrito en la Figura 9-4. A continuación se describen estos en forma resumida:

1. Los extremos cortados de las barras de jabón son reciclados en la fase de saponificación, lo cual baja la capacidad de producción en todo el proceso.

Además, implica el incremento de la energía de calentamiento en la fase de saponificación.

2. La glicerina permanece en el producto. La glicerina sirve para mantener la humedad en la piel, pero no contribuye al poder limpiador y se descarga junto con las aguas residuales cuando el consumidor utiliza el producto, aumentando la carga contaminante. Este problema se analizará más en el inciso 9-4.
3. Las fábricas que no cuentan con máquinas de extrusión tienen que agregar todos los aditivos en la fase de saponificación, lo cual requiere del uso de aditivos resistentes a altas temperaturas.
4. El tanque de saponificación es de tipo abierto y disipa fácilmente el calor.
5. El proceso de empaque de productos es de baja eficiencia debido a la operación del trabajo manual, siendo un obstáculo para elevar la capacidad de producción de la fábrica entera.

9-3 Situación actual de la tecnología de control de producción en el sub-sector de producción de jabones

9-3-1 Nivel administrativo actual de las empresas del sub-sector

Existen grandes brechas en los niveles administrativos entre las tres grandes empresas y el resto de las pequeñas y medianas empresas.

(1) Manejo de los desechos residuales

Las fábricas del sub-sector de producción de jabones en Bogotá se están esforzando por reducir el volumen de desechos en la forma siguiente:

1. Reciclar en el proceso el mayor volumen posible de aceites, grasas, etc. del líquido de lavado.
2. Reutilizar el agua de lavado de aceite y grasa.
3. Reciclar la sal que se produce en la fase de separación de glicerina.
4. Reciclar los extremos cortados de las barras de jabón en las fases de saponificación o de extrusión.
5. Los productos devueltos debido al vencimiento del período de garantía se reciclan en la fase de saponificación, utilizándolos como materia prima.
6. Se utilizan como materias primas del jabón el aceite y grasa recuperada y también lodos recuperados en la planta de refinamiento de aceite y grasa, lo cual está llamando la atención como tecnología de PML entre el sub-sector.

Actualmente los temas a tratarse para la reducción de desechos son reducción de fugas del proceso y reducción del volumen de aguas residuales originadas por el lavado del piso y piezas de las máquinas.

(2) Abastecimiento de materias primas

Las materias primas principales del jabón son el aceite y la grasa.

Las empresas grandes los compran de acuerdo con las especificaciones de abastecimiento y exigen un informe de inspección al proveedor, y además realizan la inspección de aceptación.

Las pequeñas y medianas empresas no disponen de equipos de inspección suficientes, y generalmente sólo examinan la acidez y el punto de fusión para negociar los precios y no registran ni conservan sus resultados.

En el momento del presente Estudio, casi todas las empresas del sub-sector mencionaron la falta de materias primas como su principal problema. En esta situación, se hace cada vez más difícil comprar las materias de buena calidad a bajo precio.

(3) Control de calidad

Las empresas grandes disponen de un sistema de inspección en cada fase del proceso de producción según sus necesidades a través del departamento de control de calidad en cada fábrica.

En las pequeñas y medianas empresas, la inspección del producto se realiza principalmente en la fase de saponificación. El método consiste en utilizar pruebas de tacto y sabor.

(4) Estandarización

Las empresas grandes disponen de un manual estandarizado, el que se modifica según sea necesario. Además tienen proyectos en ejecución para obtener el certificado de ISO-9002 e INVIMA (autoridad de inspección para medicamentos y alimentos).

La situación de las pequeñas y medianas empresas es diferente. La tecnología de producción es empírica y no se dispone de manuales. En algunas fábricas, las técnicas de inspección manuales son conservadas y heredadas a los familiares como secreto empresarial.

(5) Mejora de la productividad

También en Colombia se levantó la “Campaña de Mejora” iniciada por los fabricantes japoneses, y los grandes productores colombianos de jabón empezaron a abordarlo desde el verano de 1998. Otras fábricas grandes también están promoviendo programas para la mejora de la productividad en todas las secciones. Las pequeñas y medianas empresas del sub-sector de producción de jabones encaran con diversas tareas para mejorar la tecnología de proceso y de control de producción. Si bien es cierto que casi todos los propietarios proyectan ejecutar programas para mejorar la productividad, su dificultad está en buscar los recursos financieros y humanos necesarios.

9-3-2 Problemas de la tecnología de control

Al igual que el caso de la tecnología de producción, las empresas grandes no tienen mayor problema respecto a la tecnología de control, y están desarrollando campañas para mejorar la productividad en todas las secciones de sus fábricas. Parece ser que están llevando a cabo el control de materiales, control del proceso de producción y control de calidad en forma adecuada.

En las pequeñas y medianas empresas existen los siguientes problemas:

1. Desorden de los lugares de trabajo: no se aprovecha eficientemente el espacio disponible, y se dejan los objetos innecesarios de manera desordenada. Se recomienda la promoción de campañas tal como “5S” que se llevó a cabo en Japón. Dicha campaña se presentó en Colombia y está llamando la atención.
2. No están registrados los datos básicos del proceso. La tecnología de producción depende de todas las experiencias que tienen los obreros, debido a que la operación es manual, y aun no llega a preparar un manual estandarizado que sistematice la tecnología.
3. La compra de las materias primas no se basa estrictamente en las especificaciones de abastecimiento. Esto se debe a que el proceso de producción no exige mucho la calidad del material. Se recomienda ir elaborando las especificaciones de abastecimiento para adelantarse a la exigencia de calidad de los productos en el mercado, lo cual requeriría intensificar el control del proceso y de la calidad de las materias primas.
4. Cada fábrica generalmente realiza internamente el mantenimiento de sus instalaciones. Sin embargo, algunas contratan dicho servicio. En este caso no siempre se mantienen bien los equipos y se ve un ejemplo de que dejan en

operación una válvula rotativa que tiene fuga, afectando el ambiente de trabajo.

9-4 Contaminación industrial originada por el sub-sector de producción de jabones

9-4-1 Situación de la emisión de contaminantes industriales en el sub-sector de producción de jabones

No existen muchos datos estadísticos publicados referentes a la situación de la emisión de contaminantes industriales en el sub-sector de producción de jabones. Según las informaciones disponibles, dicho sub-sector tiene poca influencia en la contaminación industrial en comparación a otros sectores.

(1) Desechos sólidos

En el Cuadro 9-13, se resume el volumen de descarga de los desechos sólidos de las fábricas objeto de la auditoría indicadas en el Cuadro 9-2.

El sub-sector no descarga desechos peligrosos.

Los desechos generales se tratan en la forma siguiente:

1. Las plantas procuran reciclar en la fase de saponificación el mayor volumen posible de espumas que se recuperan al lavar el aceite y grasa.
2. Las espumas y lodos descargados de las trampas de aceite, son secados y llevados por contratistas al basurero.
3. Las cenizas de la caldera de carbón son transportadas por el contratista y aprovechadas para el relleno de terreno o para la horticultura.
4. La sal de la fase de separación de glicerina se recicla en el proceso o también se estudia la posibilidad de utilizarse en la pavimentación si es de tipo duro.

Cuadro 9-13 Desechos sólidos de fábricas estudiadas : TM/mes

Nombres de Fábricas		Residuos Peligrosos	Residuos Inocuos
S-1	Detergentes S.A.	0	30
S-2	Azul K S.A.	0	
S-3	Arjona Ltda	0	0
S-4	Rioka	0	0
S-5	Jaboneria Reno	0	4
S-6	Industria de Jabones Aga Ltda	0	0
S-7	Jaboneria Lava	0	0
S-8	Laboratorios Sudamericanos Ltda	0	0
S-9	Macecofar Ltda	0	0
S-10	Asesquim Ltda	0	0

(2) Aguas residuales e instalaciones para el tratamiento

Las aguas residuales del sub-sector son descargadas en forma intermitente debido a la operación por lotes en el proceso y se clasifican en los dos tipos siguientes:

1. Aguas residuales del proceso: las aguas son descargadas de los procesos del lavado de aceite y grasa y de la separación de glicerina. En el proceso de producción de detergentes y de los limpiadores líquidos no se originan aguas residuales.
2. Aguas de lavado: éstas son descargadas al lavar los pisos, tanques o piezas de las máquinas. En estas aguas se incluye la fuga en la tubería de proceso, válvulas, etc.

Las fábricas de jabón de las pequeñas y medianas empresas tienen solo instaladas trampas de aceite de tipo simple y las empresas grandes tienen centros de tratamiento de aguas residuales en plena escala que están en operación o en proyectos. Las Figuras 9-11 y 9-12 indican diagramas de flujo de diferentes sistemas de tratamiento de aguas que están en operación.

Ambos sistemas principalmente consisten en el tratamiento físico-químico, tales como la neutralización, aglomeración y flotación a presión, y se combinan con el tratamiento biológico según la necesidad.

Fig. 9-11 Diagramas de flujo del sistema de tratamiento de aguas (1)

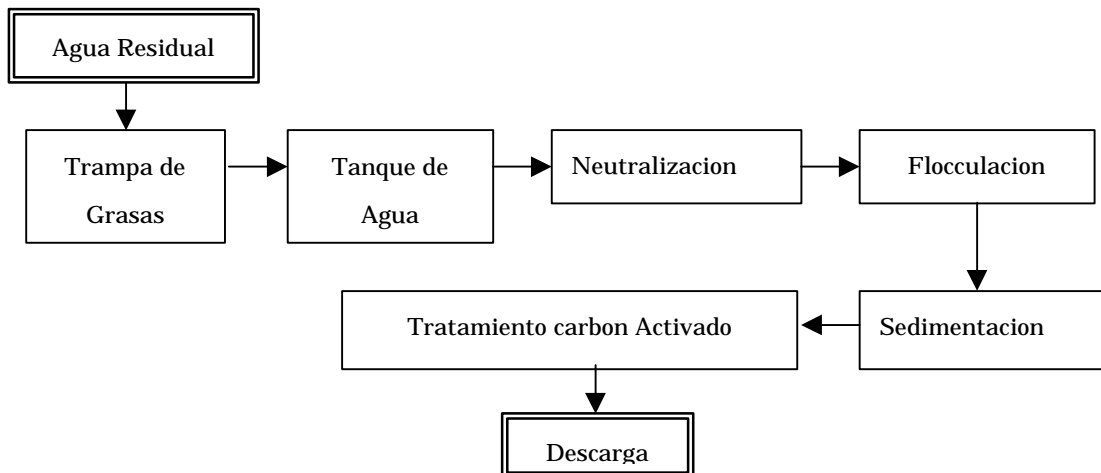
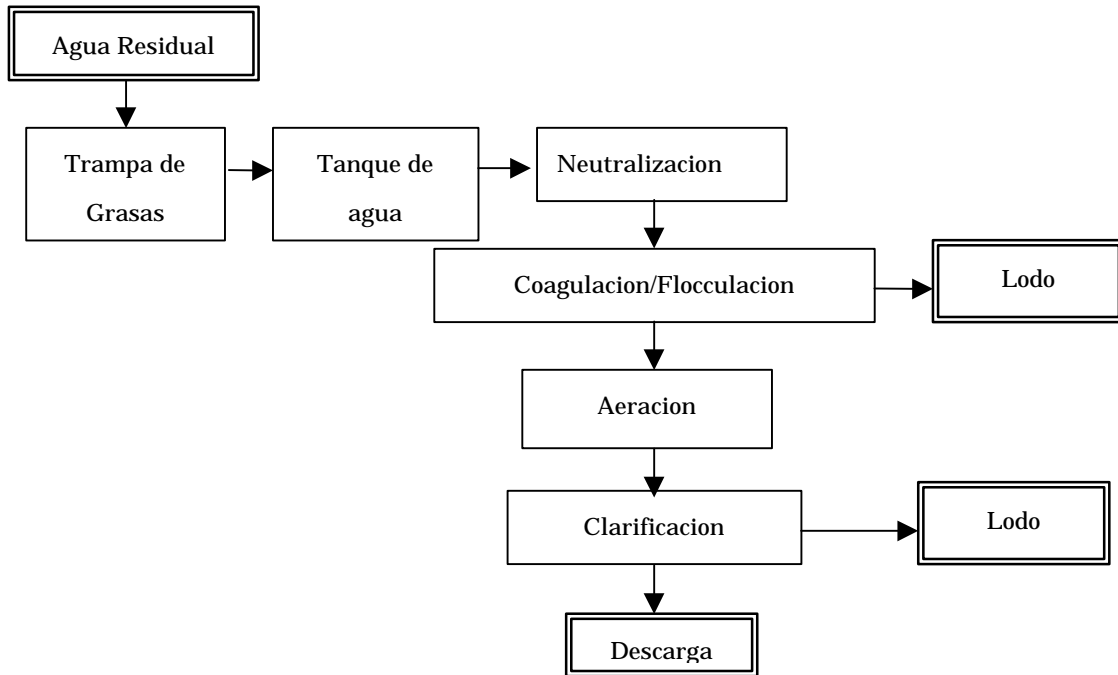


Fig. 9-12 Diagramas de flujo del sistema de tratamiento de aguas (2)



(3) Calidad de aguas descargadas

En el Cuadro 9-14, se entrega el resultado del análisis de aguas residuales de las diez fábricas realizado en el estudio en Colombia y también los datos de Unilever Andina S.A. empresa importante del sub-sector en Bogotá.

Cuadro 9-14 Aguas residuales de las fábricas visitadas

Fábrica No.	Cantidad (m ³ /mes)	Temp. ()	pH	DBO (mg/l)	DQO (mg/l)	Aceite (mg/l)	TSS (mg/l)	SAAM (mg/l)
S-1	2,400	22.8	6.07	945	1435	4.4	51	-
S-2	1,000	25.6	7.67	4850	6300	415	503	7.8
S-3	5	19.4	7.36	310	364	25.7	-	3.75
S-4	80	25.0	8.9	1170	1980	644	518	-
S-5	30	16.8	9.34	2400	3850	451	435	-
S-6	0	-	-	-	-	-	-	-
S-7	15	25.7	9.7	18600	24800	208	5600	543.8
S-8	0.4	16.7	9.11	3960	18100	2187	672	2266
S-9	3.5	25.0	9.80	23	960	5	7	543.23
S-10	1	-	-	-	-	-	-	-
Unilever	1,600	22.3	6.68	385	678	11	157	-
DAMA STANDARD		< 30	5-9	1000	2000	100	800	0.5

Como se ha mencionado anteriormente, las aguas se originan en forma intermitente y su volumen no es constante. Por lo tanto, la descarga que se indica en el Cuadro 9-14 no es un volumen medido, sino un resultado de la entrevista realizada en la auditoría de fábricas. La fábrica S-7 no estaba en operación cuando se tomó la muestra de aguas residuales, es decir, la muestra es de las aguas estancadas.

La empresa grande (S-1 del cuadro), a finales del año 1997 empezó a operar un sistema de tratamiento de las aguas residuales que permite satisfacer una buena parte de las normas establecidas por DAMA. Mientras tanto, las demás empresas tratan las aguas residuales sólo instalando las trampas de aceite. La calidad de las aguas, en este caso, es muy variada según las fábricas, debido a la diferencia del volumen de consumo de agua para el lavado. La concentración de las aguas residuales varía, por lo tanto, según el volumen de agua de lavado que contienen éstas.

(4) Normas de aguas residuales

Se describió la calidad de las aguas residuales en el sub-sector de la producción de jabones y detergentes en Bogotá y ahora se tratará de analizar la aplicación de las Normas vigentes de DAMA a la situación actual.

1) Materias orgánicas contaminantes

Las materias orgánicas son las que causan problemas de la contaminación ambiental mediante la descarga de aguas residuales del sub-sector. El Cuadro 9-15 indica una comparación de los principales índices tales como DBO, DQO, aceite, y SS con los valores especificados en la ley contra la contaminación de aguas y la ley de alcantarillado público del Japón

Cuadro 9-15 Normas de materiales contaminantes orgánicos en la desagüe

		DBO (mg/l)	DQO (mg/l)	Aceite (mg/l)	SS (mg/l)
DAMA		1,000	2,000	100	800
Japón	(Norma General)	160	160	30	100
	(para ríos en el área urbana)	20	20	10	40
	(Ley de alcantarillado)	600	-	30	600

En Japón, además de las normas de desagüe especificadas por la ley contra la contaminación de aguas, existen otras normas de los gobiernos locales más exigentes que las normas anteriores. Estas normas son extremadamente severas comparado con las normas de DAMA. Referente a aguas que se descargan en el sistema de alcantarillado público que cuenta con el centro de tratamiento final, la calidad se especifica por la ley de alcantarillado público.

Las normas de la calidad de aguas residuales deberán especificarse de acuerdo a las normas del medio ambiente y la capacidad ambiental de cuerpos de agua. En tal sentido, las normas vigentes de DAMA pueden ser poco severas para mejorar la calidad de agua del Río Bogotá. Sin embargo, actualmente solo las empresas grandes que acaban de instalar sus centros de tratamiento de aguas residuales pueden satisfacer apenas las normas de DAMA y la elaboración inmediata de

normas más severas dificultará a las empresas en la toma de medidas. De inmediato, será más razonable poner la mitad de valores de las normas actuales como meta para observar el logro que puedan alcanzar las empresas y establecer unas normas más severas del mismo nivel que las normas japonesas en el futuro, pero dependiendo del resultado de sus medidas que tomen. Es decir, sugerimos que en un futuro cercano se adopten los siguientes valores para las normas de aguas residuales referente a las materias orgánicas contaminantes:

DBO	: valor vigente	1,000 mg/l	a	500 mg/l (160 mg/l en futuro)
DQO	:valor vigente	2,000 mg/l	a	1,000 mg/l (160 mg/l en futuro)
Aceite	:valor vigente	100 mg/l	a	50 mg/l (30 mg/l en futuro)
SS	:valor vigente	800 mg/l	a	400 mg/l (100 mg/l en futuro)

2) Agentes tenso-activos

Con respecto al agente tenso-activo (SAAM del Cuadro 9-14), ninguna muestra analizada satisface las normas establecidas por DAMA, que son muy severas.

El Cuadro 9-16 resume el valor estándar aplicado en Japón y otros países referente al agente tenso-activo.

El problema del medio ambiente causado por los agentes tenso-activos se originó por la baja biodegradabilidad de sulfonato de alquilobenceno (ABS), el cual queda sedimentado en los ríos y lagos y también penetra en las aguas subterráneas, haciéndolas espumosas. En los Estados Unidos, en 1961 se estableció el límite estándar de ABS contenido en el agua potable en 0.5 ppm por razón de que se forman espumas cuando supera dicho valor. En Japón, ante el problema de espumas, la ley de abastecimiento de agua potable establece el límite máximo de los agentes tenso-activos aniónicos contenidos en el agua potable, en 0.5 mg/litro en 1978; esta norma fue modificada a 0.2 mg/litro, límite más exigente, en 1992. En Europa existen los países que establecen el límite estándar del contenido de los agentes tenso-activos en el agua potable. Los reglamentos de EU (Directive on Drinking Water; 16 June 1975) establecen la concentración de los agentes tenso-activos en el agua original como guía, en el caso de conseguir el agua de bebida mediante los métodos de tratamiento de aguas superficiales (A1, A2 y A3).

No hay muchos casos en los que se controle la concentración de los agentes tenso-activos dentro de las aguas residuales de fábricas. Sólo en Italia se establece el límite máximo permisible de la descarga en 2 mg/litro y 4 mg/litro para los canales de agua y el alcantarillado público respectivamente. En Indonesia se clasifica el destino de la descarga en cuatro categorías, estableciendo los valores para cada

categoría. El valor más severo es de 0.2 mg/litro y se aplica a cuerpos de agua destinados al agua potable sin tratamiento. Además, 5 mg/litro es para el agua potable con tratamiento adecuado y 20 mg/litro es el valor de la categoría IV, o sea, para el agua destinada al uso agrícola, industrial y de la generación hidroeléctrica. En vista de que estas normas están establecidas para evitar el problema de aguas espumosas causado por los agentes tenso-activos, es muy severo el valor 0.5mg/litro establecido por las normas de DAMA para el agua que se descarga al alcantarillado.

Cuadro 9-16 Normas de aguas para agente tenso-activo

País	Aplicado a	Año	Sustancia	Estándar (mg/l)
	Aguas residuales			
DAMA	Aguas industriales	1997	MBAS	0.5
Bélgica	Aguas superficiales	1976	Detergente	3
Italia	en canales	1976	Tenso-activo	2
	en alcantarilla municipal		Tenso-activo	4
Indonesia	en Categoría	1988	MBAS	0.2
	en Categoría		MBAS	5
	en Categoría		MBAS	10
	en Categoría		MBAS	20
	Agua de bebida			
EEUU	Agua de bebida	1961	ABS	0.5
UE	A1	1991	Tenso-activo	0.2
	A2		Tenso-activo	0.2
	A3		Tenso-activo	0.5
Japón	Agua de bebida	1992	Tenso-activo aniónico	0.2
Bélgica	Agua superficial	1994	Tenso-activo no iónico	0.5

Nota 1: Categoría : apropiado para agua de bebida sin tratamiento

Categoría : apropiado para agua de bebida con tratamiento adecuado

Categoría : apropiado para pesca y ganadería

Categoría : apropiado para Agricultura, industria e generación de energía hidroeléctrica

Nota 2: A1: Simple tratamiento y desinfección

A2: Normal tratamiento y desinfección

A3: tratamiento intensivo, tratamiento extensivo y desinfección

Debemos tomar en cuenta que en Japón, en los países europeos y en los Estados Unidos el problema de aguas espumosas ya está resuelto gracias al desarrollo de centros de tratamiento de las aguas residuales. Como se describirá posteriormente, en Japón las aguas depuradas en los centros de tratamiento, donde las materias orgánicas se descomponen y depuran bien mediante la aeración eficiente, contienen agentes tenso-activos solo del 0.2 al 0.3 mg/litro. Actualmente en Bogotá no existe

ninguna planta de tratamiento y se espera en forma natural la descomposición de los agentes tenso-activos que contienen las aguas residuales. Sin embargo, se considera que la degradabilidad no es muy alta debido a poca cantidad del oxígeno disuelto en el río Bogotá, por lo cual sugerimos que se establezca la norma para controlar la concentración de agentes tenso-activos de las aguas residuales en unos 10 mg/litro, teniendo en cuenta las normas de otros países.

3) Volumen de descarga de las aguas residuales

Como se ha descrito en el capítulo 5, se establecen las normas de la calidad de aguas residuales de la ciudad de Bogotá en la Resolución 1074 emitida por DAMA en 1997. Estas normas de la calidad se aplican sin considerar el volumen de la descarga, puesto que el volumen de la descarga se regula por el Decreto 1594 establecido en 1984. Para cumplir el objetivo del presente estudio, o sea, reducir la contaminación industrial sin afectar el desarrollo económico, deberá tratarse el volumen absoluto de materiales contaminantes y se podrá considerar que es necesario excluir una descarga de poco volumen de la aplicación de reglamentos si no pasa de un volumen de cierto nivel. Las normas de la descarga en Japón son más severas que las de DAMA, pero solo se aplican a la descarga de más de 50 metros cúbicos por día.

La descarga de aguas residuales de las pequeñas y medianas empresas de la industria jabonera en Bogotá (excepto S-1 y S-2 del Cuadro 9-1) es de poco volumen como el orden de 80 m³ por mes, o sea, el promedio diario es solo de 2.7 m³.

En cuanto al volumen objeto de la aplicación de las normas como se ha mencionado anteriormente, se considera apropiado tomar como punto de referencia el volumen absoluto de contaminantes que se descarga en base a las normas japonesas. Es decir, como valores máximos permisibles de las normas se adoptan las siguientes cargas contaminantes que se obtienen multiplicando los valores de concentración máxima por el 50 m³ por día que es el volumen objeto de la aplicación de las normas.

DBO :	160 mg/l	x 50m ³ /día	= 8 kg/día	(2.9 TM/año)
DQO :	160 mg/l	x 50m ³ /día	= 8 kg/día	(2.9 TM/año)
Aceite:	30 mg/l	x 50m ³ /día	= 1.5 kg/día	(0.55 TM/año)
SS :	100 mg/l	x 50m ³ /día	= 5 kg/día	(1.8 TM/año)

Los volúmenes de descarga que alcanzan los valores absolutos de contaminantes serán los siguientes valores de acuerdo a las normas vigentes de descarga de DAMA:

$$\begin{aligned} \text{DBO} &: 8 \text{ kg/día} \div 1,000 \text{ mg/l} = 8 \text{ m}^3/\text{día} \text{ (240 m}^3/\text{mes)} \\ \text{DQO} &: 8 \text{ kg/día} \div 2,000 \text{ mg/l} = 4 \text{ m}^3/\text{día} \text{ (120 m}^3/\text{mes)} \\ \text{Aceite} &: 1.5 \text{ kg/día} \div 100 \text{ mg/l} = 15 \text{ m}^3/\text{día} \text{ (450 m}^3/\text{mes)} \\ \text{SS} &: 5 \text{ kg/día} \div 800 \text{ mg/l} = 6.3 \text{ m}^3/\text{día} \text{ (188 m}^3/\text{mes)} \end{aligned}$$

Según los cálculos anteriores, proponemos que se excluya la descarga de poco volumen, de menos de 4 m³/día (menos de 120 m³/mes) de las normas vigentes de DAMA. Como se indica en el Cuadro 9-14, dentro de las fábricas objeto de la auditoría del estudio en Colombia, las fábricas S-1 y S-2 serán objeto de la aplicación de las normas.

En el Cuadro 9-17 se indican los volúmenes absolutos de materiales contaminantes de cada fábrica indicadas en el Cuadro 9-14 que se consiguen multiplicando la concentración de materiales contaminantes por el volumen de descarga. Como se menciona anteriormente, la fábrica S-1 y Unilever Andina S.A. cuentan con el sistema de tratamiento de aguas residuales y satisfacen las normas vigentes de DAMA en su mayoría. Sin embargo, la descarga de materiales contaminantes de dichas fábricas sigue siendo mucho mayor que la de las pequeñas y medianas fábricas, lo cual indica que deberá priorizar la mejora de la calidad de aguas descargadas de las fábricas grandes para reducir la contaminación industrial del presente sub-sector.

Cuadro 9-17 Descarga de contaminantes de las fábricas estudiadas

Fábrica No.	DBO (TM/año)	DQO (TM/año)	Aceite (TM/año)	TSS (TM/año)	SAAM (TM/año)
S-1	27.22	41.33	0.13	0.47	
S-2	58.20	75.60	4.98	6.04	0.09
S-3	0.02	0.02	0.00		0.00
S-4	1.10	1.90	0.61	0.50	
S-5	0.86	1.39	0.16	0.16	
S-6	0	0	0	0	0
S-7	3.35	4.46	0.04	1.01	0.10
S-8	0.02	0.09	0.01	0.00	0.01
S-9	0.00	0.04	0.00	0.00	
S-10					
Unilever	7.39	13.02	0.21	3.01	
Total	98.16	137.85	7.14	12.19	0.2

(5) Efectos de utilización de los desechos del sub-sector de refinamiento de grasas y aceites

Hay que notar que en las pequeñas y medianas fábricas de jabones, se utilizan como materias primas el aceite y grasa recuperada y también el lodo recuperado en las fábricas de refinamiento de grasas y aceites. La conversión de estos materiales recuperados en aprovechables tiene efectos muy positivos, debido a que dichos materiales pueden causar problemas del medio ambiente si no se aprovechan en las fábricas de jabones.

Se calcula aproximadamente en 500 TM /año el volumen del aceite y grasa recuperada y del lodo recuperado que el sub-sector de refinamiento de grasas y aceites destina al sub-sector de producción de jabones.

9-4-2 Influencia del sub-sector de producción de jabones en la contaminación industrial en Santa Fé de Bogotá

(1) Aguas residuales de las fábricas

Los valores de DQO y de TSS de las aguas residuales descargadas del sub-sector de jabones en Bogotá y en el distrito de Soacha en 1987 fueron de 1.43 y 0.08 TM/día, respectivamente. El porcentaje de dichas descargas en toda la industria era 1.3 y 0.4% respectivamente (según “Contaminación Industrial en Colombia, página 102; 1992: DNP-PNUD”).

Si se observa la descarga de DQO dentro de los diferentes contaminantes indicados en el cuadro 9-16, la descarga total de las diez fábricas objeto de la auditoría y la fábrica de Unilever Andina S.A. es de 139 TM/año, es decir, 0.38 TM/día. Esta cifra es comparable con la de 1987, puesto que las tres empresas grandes ocupan el 95% de la descarga total. La descarga de DQO disminuyó hasta una cuarta parte de la de 1987, posiblemente debido a la operación del sistema de tratamiento de aguas residuales de la Fábrica (S-1) de la empresa grande mencionada anteriormente. La Fábrica S-2 de una empresa grande está proyectando instalar un sistema de tratamiento de aguas residuales, que funcionará en marzo de 1999. Con la operación de dicho sistema de tratamiento, se espera que la descarga de DQO se reduzca de 6300 mg/l (actual) hasta el límite especificado por DAMA, es decir, hasta 2000 mg/l, y de esta manera, se puede calcular una disminución de la DQO del sub-sector en 0.14TM/día, que corresponde al 42% y 86% de reducción referente a la descarga actual y la de 1987, respectivamente.

(2) Carga ambiental de los productos

Los jabones y detergentes que se fabrican son productos que utilizan los consumidores y finalmente se descargan en el medio ambiente a través de las

aguas residuales. Por lo tanto es necesario identificar una carga de dichos productos que afecte el medio ambiente.

A continuación se analiza en forma general la carga ambiental de los jabones, detergentes y glicerina contenida en los productos de algunas fábricas del sub-sector de jabones en Bogotá.

El Cuadro 9-18 indica los valores de la DBO y DQO del jabón, agentes tenso-activos y glicerina.

Aquí, ThOD es la demanda teórica de oxígeno que indica la cantidad teóricamente necesaria de oxígeno para la descomposición de materias. Esto indica que cuanto es mayor el factor entre la DBO (demanda bioquímica de oxígeno) y ThOD, es mejor la biodegradabilidad. Es decir, si el factor (DBO/ThOD) es más de 70%, las materias se descomponen en forma extremadamente fácil. Con el factor del 40 al 70%, la descomposición es fácil, pero con menos de 40% es difícil.

LAS-Na y glicerina son las sustancias que se utilizan en jabones y detergentes y se pueden descomponer biológicamente. Sin embargo, el sulfato de alquilobenceno de cadena lateral (ABS-Na) que se utilizaba anteriormente para los detergentes produjo espumas, causando problemas en los países europeos, los Estados Unidos y Japón. Este problema se describirá posteriormente.

Cuadro 9-18 DBO y DQO del jabón, agentes tenso-activos y glicerina

	ThOD (g/g)	DBO ₅ (g/g)	DBO ₅ /ThOD (%)	DQO (g/g)	DQO/ThOD (%)
Jabón	2.7	1.7	63		
ABS-Na	2.35	0.52	22		
LAS-Na	2.35	0.90	39		
AOS-Na	2.12	1.69	74		
AS-Na	2.12	1.61	76		
Glicerina	1.22	0.752	62	1.18	97

Se calculó la carga ambiental de los productos del sub-sector de jabones y detergentes de la ciudad de Bogotá en base a las siguientes condiciones:

1. El volumen del LAS-Na en detergentes: 20%, o sea, 10,052 toneladas (50,262 x 0.2) en 1996
2. Producción de las pequeñas y medianas empresas de jabones en Bogotá: 10% del total

Las fábricas S-6 y S-7 del Cuadro 9-2 utilizan el ácido graso como materia prima y sus productos no contienen glicerina, pero los productos de otras fábricas la contienen. Por consiguiente la producción de productos que contienen glicerina en 1996 se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$64,274 \times 0.1 - (40 + 50) \times 12 = 6,427 - 1,080 = 5,300 \text{ toneladas}$$

3. El volumen de glicerina que contienen los productos mencionados de jabón: 5%, o sea, 265 toneladas (5,300 x 0.05)

4. Se consumen todos los productos del sub-sector completamente en Bogotá

En el Cuadro 9-19, se resume la carga DBO de los productos en base a las condiciones anteriores.

Cuadro 9-19 DBO de los productos en Bogotá (1996)

	Cantidad (TM)	DBO ₅		
		(g/g)	(TM/año)	(TM/día)
Jabón	64,274	1.7	109,000	299
LAS-Na in Detergent	10,052	0.9	9,000	25
Glicerina en Jabón	265	0.75	200	0.54

La DQO del jabón y detergente alcanza unas 118,000TM/año, superando mucho el valor de los contaminantes descargados de las fábricas (98TM/año) indicado en el Cuadro 9-17.

La carga de DQO originada por la glicerina de los productos es de 200 TM/año, la cual es aproximadamente doble de la de los contaminantes descargados. Esto no es un problema a resolverse urgentemente, puesto que la cifra no es de una carga grande comparado con otras fuentes de DQO. Sin embargo, es deseable mejorar esta situación del sub-sector considerando la perspectiva de largo plazo.

(3) Carga ambiental total del sub-sector de jabones y detergentes de la ciudad de Bogotá

Resumiendo lo anterior, se indica la carga ambiental del sub-sector de jabones y detergentes de la ciudad de Bogotá en la Figura 9-13.

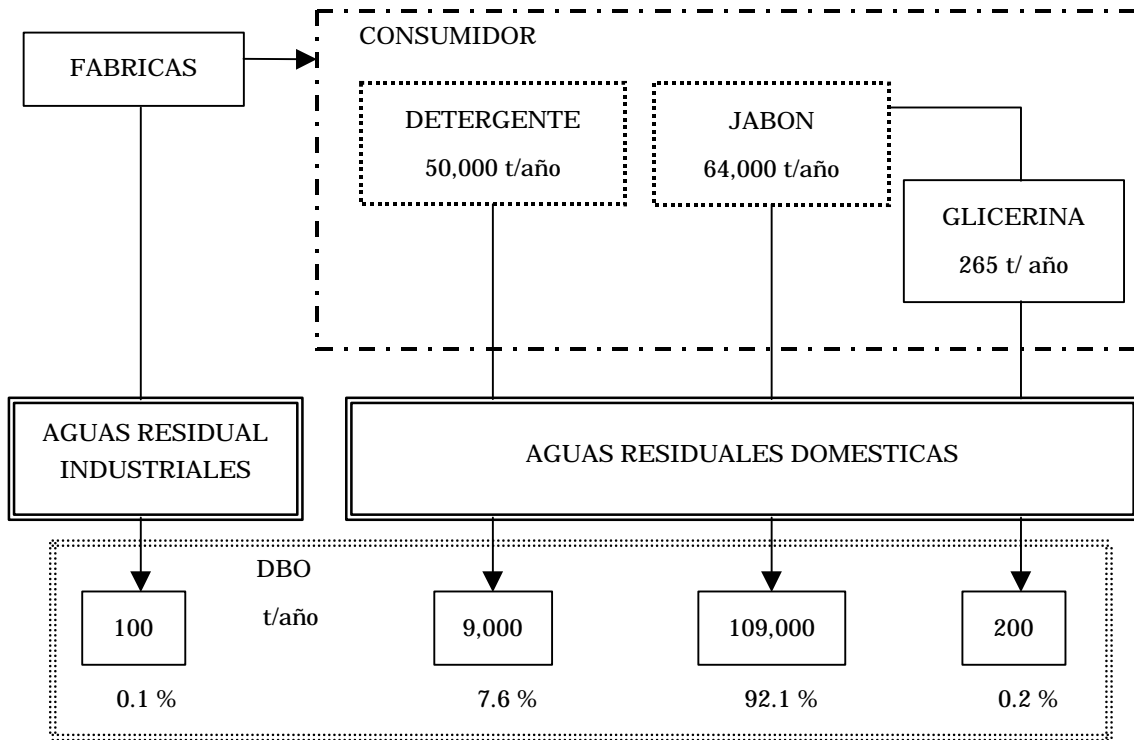
9-4-3 Evolución y situación actual de la contaminación industrial por el sub-sector de producción de jabones en Japón

Como carga ambiental del sub-sector de producción de jabones en Japón, a continuación se describirá el problema de desechos originados por la producción, además de la carga ambiental emitida a través de las aguas residuales originadas por el uso del producto:

(1) Desechos originados por la producción

En Japón la producción de jabones se ha desarrollado como parte de la industria de aceite y grasa, y el problema de desechos se ha venido tratando junto con las fábricas de refinería de aceite y grasa. Los desechos del sub-sector de producción de jabones presentan las siguientes características:

Figura 9-13 Carga ambiental de jabones y detergentes producidos por el sub-sector



1. No se generan las aguas residuales en el proceso de producción de jabones o de detergentes mediante la neutralización de ácido graso.
2. En la producción de jabones mediante saponificación de aceite y grasa neutra, las aguas residuales que contienen glicerina son descargadas de la fase de desplazamiento salino que sigue a la saponificación. Actualmente para tratar estas aguas se contrata una empresa, que refine la glicerina y la sal separadamente. La sal es reciclada.
3. Las aguas que se originan de la limpieza de las fábricas son de poco volumen, y se tratan mediante evaporación y quema en incinerador.
4. Como desechos sólidos, se origina el material sobrante de empaque, el cual es reciclado.

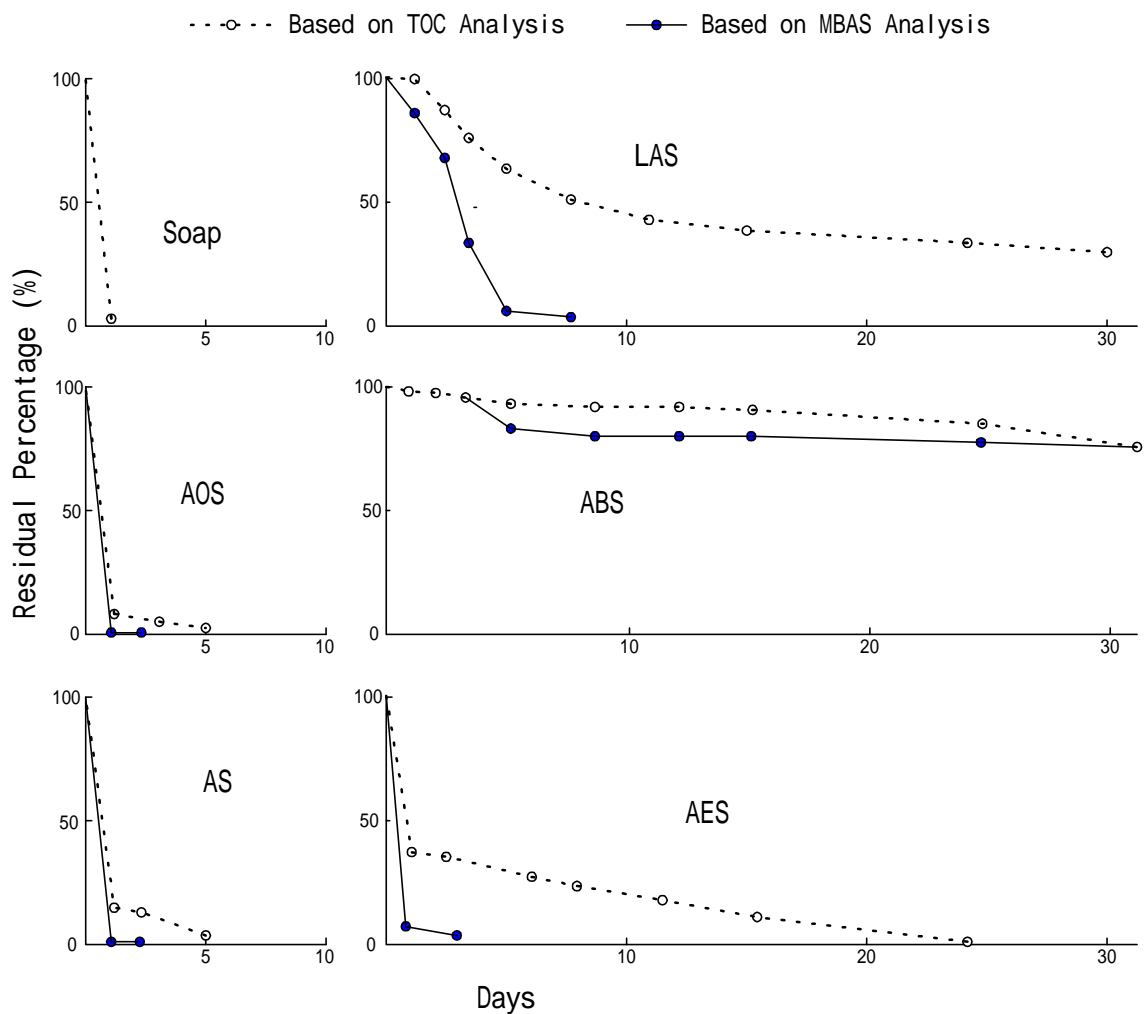
(2) Carga ambiental del producto

Los detergentes sintéticos son los productos de este sub-sector que mayor carga contaminante generan.

En Japón la producción de los detergentes sintéticos de sulfato de alquilbenceno (ABS) superó la del jabón en la década de los '60. Comparado con el jabón, el ABS produce poca cantidad de espuma y no se descompone con facilidad, ni desaparece

del medio ambiente debido a la estabilidad biológica. Además reduce la capacidad del sistema de tratamiento de las aguas residuales debido a las espumas producidas en el proceso de aeración y deteriora el aspecto natural de los ríos y lagos por las espumas. Estos problemas se deben a la estructura molecular de ABS, es decir, aunque el grupo alquilo de ABS es un tetrámero de propileno, tiene una estructura de divergencia con mucha cantidad de carbono asimétrico, los cuales detienen la descomposición biológica. Por lo tanto, se desarrolló el sulfato de alquilobenceno lineal (LAS) de tipo blando que tiene el grupo alquilo de ABS en cadena larga y también los agentes tenso-activos mencionados en el inciso 9-2-1 (3). La Figura 9-14 muestra la biodegradabilidad de los agentes tenso-activos, es decir, grado de facilidad de la descomposición por la acción de los microorganismos. (Toyama: Química de Aceite 21, 338 (1972))

Figura 9-14 Biodegradabilidad de agentes tenso-activos



Es el resultado de la evaluación del volumen residual de agente tenso-activo que queda con el tiempo en el proceso de biodegradabilidad, mediante el análisis de carbón orgánico total (COT) y análisis colorimétrico de la sustancia activa al azul de metileno (MBAS).

Los jabones, soda de ácido sulfónico de olefine- (AOS) que no tiene el anillo benceno, sulfato de sodio de alcohol superior (AS), y sulfato de polioxietileno alquiloéter (AES) se descomponen fácilmente en el medio ambiente. Mientras tanto, el ABS se destaca por su estabilidad y, por lo tanto, por la baja biodegradabilidad. Además se nota que la biodegradabilidad del LAS está entre el ABS y el jabón.

Con respecto al problema del medio ambiente por el detergente sintético, después de tener una tendencia fuerte de ablandamiento del detergente que empezó en Europa aproximadamente en 1957, Japón empezó a importar el sulfato de alquilobenceno lineal (LAS) a partir de 1965 para realizar una combinación. Además, a partir de 1966 empezó la producción de alquil benceno ablandado. Esto sirvió para elevar el factor de biodegradabilidad hasta más de 85% después de 1970.

Dentro de las aguas tratadas en las instalaciones de tratamiento donde se realiza una depuración eficiente mediante la descomposición de la materia orgánica general, permanece el ABS, pero no existe el LAS. A pesar de que en Europa se considera que está resuelto en cierto modo el problema de la contaminación de agua causada por el ABS con el uso del LAS. Sin embargo, debemos tomar en cuenta que, en Europa, la mayor parte de las aguas residuales son tratadas por la aeración en las plantas terminales de tratamiento y que los detergentes biodegradables son descompuestos biológicamente de manera ideal.

Además de la contaminación de agua por ABS mencionada anteriormente, existía el problema de eutroficación de los cuerpos de agua públicos debido a los agentes mezcladores.

Los detergentes sintéticos contienen elevada concentración de tripolifosfato como agente mezclador para mejorar su rendimiento, el cual provocó la eutroficación en los ríos y lagos al inicio de la década de los '70. Para tomar medidas contra dicho problema, en el '80 se desarrolló un tipo de detergente sin fosfato mediante la combinación de zeolita, alcalino y agente secuestrante como agente mezclador en lugar de tripolifosfato. Actualmente casi el 100% de los detergentes es del tipo sin fosfato.

9-5 Medidas para la mejora tecnológica en el sub-sector de producción de jabones

9-5-1 Medidas para la mejora mediante promoción de la tecnología de PML en el sub-sector de producción de jabones

Actualmente, las fábricas del sub-sector están esforzándose por convertir en la mayor medida posible todas las materias primas en el producto. A continuación se mencionarán los aspectos que deben promoverse como la tecnología de PML.

(1) Control de fugas en el proceso

Como hemos descrito en el apartado 9-3-1 (1) “Manejo de desechos residuales”, las empresas de este sub-sector están invirtiendo grandes esfuerzos en reducir la descarga de los contaminantes al medio ambiente. El tema que aún queda por resolver es cómo minimizar las fugas en el proceso. Recomendamos promover de manera prioritaria la campaña “Fuga Cero” dando mantenimiento completo a las tuberías, válvulas, bombas, etc.; reparando las partes deterioradas; reemplazando las empaquetaduras, etc. Es particularmente importante prevenir la fuga en la fase de refinación de glicerina. Logrado lo anterior, se podría reducir el volumen de las aguas residuales que se originan en el lavado del piso.

(2) Tratamiento de los extremos cortados de las barras con el uso de las máquinas de extrusión

Actualmente los extremos cortados se reciclan en el tanque de saponificación y su porcentaje puede alcanzar hasta un 50%. El reciclaje reduce la capacidad de saponificación y además consume mayor energía para el calentamiento.

Para resolver este problema, se proponen las siguientes medidas:

1. Reducir la cantidad de los extremos cortados, revisando la labor del proceso de corte. Durante el estudio en Colombia, en una fábrica se pudo reducir la cantidad gracias a una medida tomada por un operario.
2. Instalar la máquina de extrusión. Los extremos de las barras que sobran deberán ser reciclados en la máquina de extrusión como se indica en el proceso de las Figuras 9-3 y 9-5. Al tomar esta medida, ya no se necesitan utilizar los aditivos en el tanque de saponificación de alta temperatura, lo cual dará mayor libertad en la selección de los aditivos.
Este es un tema que debe ser estudiado a mediano y largo plazo, puesto que la instalación de máquina de extrusión implica un costo.
3. Contratar el servicio de un tercero que tenga máquinas de extrusión para el procesamiento de los extremos cortados, o vendérselos.

(3) Instalación de la máquina empacadora

En las pequeñas y medianas fábricas, el proceso de empaque es de operación manual, siendo un obstáculo para toda la fábrica. Para resolver este problema, deberá instalarse la máquina empacadora de tipo automático con el fin de mejorar la productividad de la fábrica entera.

(4) Prevención de la pérdida de energía calorífica

La saponificación requiere realizar el calentamiento mediante vapor. Las pequeñas y medianas fábricas del sub-sector podrán prevenir la pérdida de energía térmica mediante las siguientes medidas:

1) Hermetización del tanque de saponificación

Las dos fábricas grandes ya tienen los tanques hermetizados o están hermetizándolos. Las fábricas pequeñas y medianas también podrán prevenir la pérdida de energía térmica hermetizando sus tanques de saponificación para mejorar la retención del calor. Para ello, deberá invertir tiempo y recursos económicos:

1. Sistematización de la tecnología de control de la reacción de saponificación:
Existe una serie de factores que deben tomarse en cuenta en el control de la reacción de saponificación por lotes, tales como el calentamiento y la dosis de soda cáustica que se agrega en el inicio de la reacción, así también la velocidad con la que se agrega la soda cáustica después de comenzar la reacción. Se necesita controlar dichos factores en el caso de lograr la mejora de retención térmica del tanque mediante la hermetización, por lo cual, deberán establecer una tecnología sistematizada, colectando y analizando los datos básicos en las instalaciones actuales.
5. Actualmente, la agitación en el tanque de saponificación se hace manualmente. Al hermetizar el tanque, se requiere mecanizar esta operación, lo cual implica una inversión más.

2) Instalación de la máquina de extrusión

La instalación de la máquina de extrusión anteriormente mencionada minimiza el reciclaje de los extremos cortados, posibilitando prevenir la pérdida de energía térmica del tanque de saponificación.

(5) Mejora de la tecnología del control de producción

Como se menciona en el inciso 9-3-2, las pequeñas y medianas fábricas de jabón en Bogotá tienen problemas relacionados con el control de producción. Para resolver dichos problemas, proponemos las siguientes medidas de mejora, las cuales no necesitan inversión de equipamiento, permitiendo el inicio inmediato de ejecución.

1) Recolección de datos y sistematización

Se identifica y controla el costo, registrando los datos básicos de cada lote, tales como materias primas, agentes mezcladores, mano de obra, condiciones de operación, tiempo de labor, producción, volumen de aguas residuales, etc. Esto permite identificar en forma cuantitativa la productividad y pérdida de la fábrica. Además, el análisis de los datos registrados posibilita la elaboración de manuales estandarizados, etc.

2) Desarrollo de la campaña “5S”

Como se sugiere mediante el “QUICK RECOMMENDATIONS (1)” preparado y presentado durante el estudio en Colombia, recomendamos la realización de la campaña “5S” que es muy importante en el lugar de trabajo. Según la información de ANDI, también en Colombia han comenzado recientemente la redistribución y redesarrollo del proceso y línea de producción con el fin de reducir el costo. Se informa de que especialmente las empresas multinacionales han mejorado la productividad mediante la redistribución que les permitió prevenir la parada del proceso y desarmonía entre las líneas de producción además de permitir el movimiento correcto y ágil de los operarios.

También en las pequeñas y medianas fábricas, se puede esperar el incremento de productividad y la reducción de desechos, mejorando la eficiencia del uso de espacio y tiempo.

(6) Medidas contra la glicerina que permanece en el jabón

Las pequeñas y medianas fábricas no tienen el proceso de desplazamiento salino, por lo tanto dentro de sus productos permanece la glicerina como se menciona anteriormente, causando el problema de que la glicerina se descarga a través de aguas residuales después de usar los productos. La resolución del problema deberá analizarse desde el punto de vista de una perspectiva de largo plazo, considerando las necesidades en el mercado referente a los productos. Como medidas, una manera es separar la glicerina mediante el desplazamiento salino común y otra es reemplazar las materias primas por el ácido graso.

1) Instalación del sistema de desplazamiento salino

Para las pequeñas y medianas fábricas será sumamente difícil hacer una inversión para las instalaciones de separar y purificar la glicerina después del desplazamiento salino. Por lo tanto, deberá analizarse la posibilidad de contratar el servicio de tratamiento de residuos líquidos que contienen la glicerina originados en el desplazamiento salino como se realiza en Japón. Por ejemplo, solicitar dicho servicio a las empresas grandes por contrato es una manera que deberá estudiarse por el sub-sector.

2) Reemplazo de las materias primas

En lugar de hacer inversiones para el sistema de desplazamiento salino en las pequeñas y medianas fábricas, el buscar soluciones al problema en coordinación con el sub-sector de refinamiento de grasas y aceites es una manera que deberá estudiarse. Concretamente, este último deberá producir el ácido graso y la glicerina a través de la hidrólisis de aceites, mientras que el sub-sector de producción de jabones deberá establecer un sistema de producción que no descargue los residuos, mediante la dotación del proceso de neutralización del ácido graso.

9-5-2 Medidas para mejorar la tecnología de FT en el sub-sector de producción de jabones

(1) Características y tratamiento de las aguas residuales

De acuerdo con los resultados del análisis de la calidad de agua descargada de las fábricas realizado en el presente Estudio, las aguas residuales del sub-sector de jabones en Bogotá se caracterizan por una concentración relativamente alta de sustancias orgánicas de DBO y de DQO, elevado porcentaje de aceites y alta concentración de los agentes tenso-activos.

Mientras tanto, puesto que los SS también tienen una alta concentración, será posible reducir la cantidad de DBO, DQO y aceite hasta un nivel que satisfaga las normas de DAMA, haciendo flotar las espumas con aglomerante y eliminándolas. Esto está ya comprobado mediante la función de los sistemas de tratamiento de aguas residuales, de los que disponen las empresas grandes, mostrados en las Figuras 9-11 y 9-12.

En estos sistemas, lo que importa es hacer formar los flóculos sólidos, lo cual requiere de un estudio sobre el tipo de aglomerante óptimo y su dosis óptima mediante pruebas en laboratorio. Además, el modelo de las máquinas agitadoras de tanques de alta y baja velocidad, la velocidad de revoluciones y el tiempo de permanencia también constituyen factores importantes.

En caso de hacer más severas las normas de DAMA en un futuro cercano, como se propone en el inciso 9-4-1(4), para las aguas industriales que tienen el mayor volumen de descarga que un valor especificado (el Equipo de Estudio propone el volumen de más de 4 m³/día), exigiendo el DBO hasta 500 mg/l y el DQO hasta 1,000 jmg/l, será necesario eliminar la DBO y el DQO mediante el tratamiento biológico (proceso de lodo activo) después de la aglomeración y flotación.

Si se supone que las normas de DAMA referente al DQO exigen 1,000 mg/l en vez del valor vigente de 2,000mg/l, la descarga de la DQO de las tres empresas grandes será de 28.8 TM/año, 12.0 TM/año y 13.0 TM/año, respectivamente, y la descarga total de la DQO del sub-sector será reducida a 62 TM/año. Esta cifra corresponde al 12% de la descarga de 1987 y al 45% de la actual.

Sin embargo, debido a la dificultad de instalar el sistema mencionado para el tratamiento de aguas residuales en todas las fábricas de jabón, el Equipo de Estudio propone que la descarga de poco volumen, o sea, de menos de 4 m³/día quede fuera del control, como se indicó en el apartado 9-4-1(4). Además, deberá analizarse la construcción de un sistema de tratamiento de aguas del uso común para las pequeñas y medianas fábricas con la cobranza de gastos de tratamiento en vez de la cuota actual.

(2) Mantenimiento

Es importante crear un sistema de tratamiento de las aguas residuales que no sobrecargue las instalaciones.

Por lo tanto, para el mantenimiento rutinario se propone lo siguiente:

1. Descargar las aguas residuales en pequeñas cantidades, a modo de no agitar el foso de aceite. A tal efecto se instalará un tanque de depósito para almacenar temporalmente las aguas residuales que se descargan en forma intermitente, si se necesita.
2. Limpiar con frecuencia las espumas y precipitados del foso de aceite.
3. Al limpiar el piso, se debe secarlo con trapos secos antes de usar el agua.

Estas y otras prácticas servirán para reducir la carga contaminante.

9-5-3 Evaluación financiera de las medidas para la mejora técnica del sub-sector de jabones

Dentro de las medidas técnicas mencionadas anteriormente para la mejora del sub-sector de jabones, la introducción de máquinas de extrusión y máquinas empacadoras es una medida que se puede evaluar respecto a sus efectos. A continuación se evaluará, estimado los costos:

(1) Condiciones de la evaluación

La introducción de máquinas de extrusión y de las máquinas empacadoras son las medidas para las pequeñas y medianas fábricas. Para evitar hacer público las informaciones confidenciales de las empresas específicas, se realizó la evaluación definiendo las siguientes bases:

1. Capacidad de producción: aunque la capacidad del proceso de saponificación es de 1,000 TM/año, la producción real de la fábrica es de 750 TM/año, debido a unos procesos no eficientes como corte de productos y empaque.
2. Precio unitario del producto: 700 pesos/kg
3. Composición de costos ante la venta:

Según el resultado de la auditoría de fábricas, la composición de costos de las pequeñas y medianas fábricas es muy diferente que la indicada en el Cuadro 9-9, por lo cual se ha preparado una supuesta composición mostrada en el Cuadro 9-20.

Cuadro 9-20 Composición de costos de las pequeñas y medianas fábricas

Item	Precio unitario, etc.	Costo	
		Proporción (%)	Monto (1,000pesos)
Venta		100	525,000
Gastos variables		46	241,500
Materias primas		43.7	229,425
Combustible, agua		1.6	8,453
Energía eléctrica	150 pesos/kWh	0.7	3,623
Gastos fijos		52	273,000
Depreciación	7%/año		
Interés del crédito	Interés 30%/año		
Reparación	Costo máquina X 3%/año		
Mano de obra	4,000,000pesos/pers· año		

(2) Perfil, costo y beneficio de la medida

- 1) Instalación de la máquina de extrusión
 - (a) Especificaciones de la máquina
 1. Capacidad: 750 kg/h
 - (b) Costo requerido
 1. Inversión para la máquina 150,000,000 pesos
 2. Energía eléctrica 55 kW: 5,940,000 pesos/año
 - (c) Beneficios
 1. Mejora de la capacidad del tanque de saponificación sin reciclar los extremos cortados permite el aumento de producción en 20% que corresponde al volumen del reciclaje.

$$750 \times 0.2 = 150 \text{ TM/año}$$

2. Aumento de la producción hasta el proceso de saponificación, junto con lo anterior: 250TM/año (a condición de que no existan problemas en la compra de materiales y la venta.)
3. Bajada del costo de energía calorífica para cada producto (sin evaluación cuantitativa)
4. Mejora de la calidad de productos

2) Instalación de la máquina empacadora

(a) Especificaciones de la máquina

1. Capacidad: de 50 a 70 bolsas por minuto

(b) Costo requerido

1. Inversión para la máquina 40,000,000 pesos
2. Energía eléctrica 5.5 kW: 271,000 pesos/año

(c) Beneficios

1. Ahorro de la mano de obra: 3 operarios menos
2. Mejora de la producción en el proceso de saponificación sin que la capacidad del proceso de empaque constituya una limitación: aumento de la producción en 250 TM/año (a condición de que no existan problemas en la compra de materiales y la venta.)

(3) Estimación del rendimiento de inversiones

En el Cuadro 9-21, se indica el período de recuperación del capital invertido en base del aumento de utilidades y el de gastos relacionados con las medidas mencionadas.

Cuadro 9-21 Rendimiento de las medidas técnicas

(unidad : 1,000 pesos)

Item	Introducción de máquina extrusión		Introducción de máquina empacadora	
	Aumento 20%	Aumento 250 t/año	3 operarios menos	Aumento 250 t/año
Aumento de venta	105,000	175,000	-	175,000
Aumento gastos var.	54,240	87,100	396	81,028
Aumento gastos fijos	37,500	37,500	-2,000	-2,000
Depreciación	(10,500)	(10,500)	(2,800)	(2,800)
Pago de interés	(22,500)	(22,500)	(6,000)	(6,000)
Reparación	(4,500)	(4,500)	(1,200)	(1,200)
Mano de obra	-	-	(-12,000)	(-12,000)
Aumento de utilidad	13,260	50,400	1,604	95,972
Período de recuperación (año)	6.3	2.5	9.1	0.4

En el presente Estudio, se evaluó el rendimiento aproximado de inversión mediante el método del período de recuperación.

Según este cálculo modelo, se puede esperar el aumento de producción introduciendo la máquina de extrusión para una fábrica que recicla los extremos cortados en el proceso de saponificación, pero con el período de recuperación de más de 6 años. Sin embargo, si se pudiera lograr el aumento de producción en el proceso de saponificación, se recuperaría el capital invertido en 2.5 años.

En cuanto a la introducción de la máquina empacadora, a pesar de que se pueda ahorrar la mano de obra, automatizando el proceso de empaque, no se puede esperar un resultado positivo de la inversión con más de 9 años para el período de recuperación del capital invertido. Sin embargo, para las fábricas donde el proceso de empaque es un obstáculo, afectando la capacidad de producción de la fábrica entera, el capital se puede recuperar dentro de un período muy corto como 0.4 años a condición de que no tengan problemas en la compra de materias primas y la venta de sus productos.

9-6 Anteproyecto del plan de descontaminación del sub-sector de producción de jabones

9-6-1 Recomendaciones para la descontaminación industrial en el sub-sector de producción de jabones

Resumiendo el capítulo anterior y considerando las condiciones actuales de la carga ambiental del sub-sector, proponemos unas medidas que deberá promover el sub-sector para reducir la contaminación industrial, clasificándolas en dos categorías: una para las empresas grandes y otra para las pequeñas y medianas empresas.

1. Como se ha mencionado en el inciso 9-4, no es muy grande la carga ambiental del sub-sector de producción de jabones, comparado con la de otros sectores industriales.
2. El 95% de la carga ambiental originada por la descarga de aguas residuales del sub-sector es de las tres empresas grandes. Por consiguiente, son importantes las medidas que toman dichas empresas para reducir la contaminación industrial.
3. Las pequeñas y medianas empresas productoras de jabones no tienen recursos financieros suficientes para construir un sistema de tratamiento de aguas residuales con el fin de satisfacer las normas de DAMA.

(1) Medidas a ser tomadas por las empresas grandes

- 1) Medidas a corto plazo

- (a) Prevención de la fuga en el proceso
Promover la campaña “Fuga Cero” mencionada en el inciso 9-5-1(1).
 - (b) Operación segura del sistema de tratamiento de aguas residuales en función o en construcción
Para 1999, las tres empresas grandes habrán tenido su sistema de tratamiento de aguas residuales, y se espera que satisfagan las normas vigentes de DAMA. Realizar el mantenimiento diario en forma adecuada para asegurar la operación estable del sistema.
 - (c) Mejora de la productividad
Desarrollar en la forma más prioritaria la campaña de mejorar la productividad que está actualmente en movimiento
- 2) Medidas a mediano y largo plazo
- (a) Aumento de la capacidad de tratamiento de aguas residuales
Reforzar el sistema de tratamiento de aguas residuales en el futuro para responder a las normas más severas de DAMA. Se establece la calidad meta de aguas como se indica en el Cuadro 9-22.

Cuadro 9-22 Calidad meta de las aguas residuales del sub-sector

	DBO (mg/l)	DQO (mg/l)	Aceite (mg/l)	SS (mg/l)
Futuro Cercano	500	1,000	50	400
Meta Final	160	160	30	100

(2) Medidas a ser tomadas por las pequeñas y medianas empresas

- 1) Medidas a corto plazo
- (a) Mejora de la eficiencia de trampas de aceite en servicio actual
Tomar las medidas siguientes mencionadas en el inciso 9-5-2 (2) para reforzar el control de aguas residuales.
 1. Instalar un tanque de almacenamiento para las aguas residuales
 2. Descargar las aguas en pequeñas cantidades en largo tiempo para no agitar las trampas de aceite.
 3. Eliminar con frecuencia espumas y lodos.
 - (b) Mejora de la productividad
Tomar las medidas siguientes:
 1. Recolectar datos básicos para identificar la productividad.
 2. Promover la ordenación del área de trabajo mediante la campaña “5S”, etc.
- 2) Medidas a mediano y largo plazo

- (a) Mejora de la productividad
 1. Continuar la toma de las medidas a corto plazo, además elaborar manuales de operación estandarizada, etc.
 2. Analizar la pertinencia de instalar las máquinas de extrusión y las empacadoras propuestas en el inciso 9-5-1 (1) y (2).
- (b) Reducción de la glicerina contenida en los productos

Tomar las siguientes medidas propuestas en el inciso 9-5-1 (4):

 1. Incorporar el desplazamiento salino en el proceso de producción y contratar a una empresa grande por el tratamiento de las aguas residuales del desplazamiento salino.
 2. Reemplazar las materias primas en uso actual por el ácido graso.

9-6-2 Acciones que deben tomar las instituciones administrativas

Recomendamos a las instituciones administrativas, tomar las siguientes acciones para la descontaminación industrial del sector de producción de jabones:

(1) Promoción publicitaria sobre la tendencia de las normas de descarga

Sobre la base de las recomendaciones entregadas a través de este Informe en relación con la legislación ambiental, DAMA deberá definir la directriz sobre las futuras normas de descarga a ser aplicadas en la ciudad de Bogotá, e informar a las empresas para fomentar las medidas de descontaminación industrial. Dado que en el caso de este sub-sector, las medidas orientadas a las grandes empresas revisten suma importancia, se debe comunicara éstas la directriz sobre los de reglamentos más rigurosos antes de finalizar 1999, y requerir de ellas la entrega de su respectivo plan de descontaminación. Los instrumentos legales relacionados con las gestiones ambientales que deben ser comunicadas a las empresas son:

1. Normas de descarga (aplicar estándares comunitarios más exigentes, desregulación del uso de agentes tenso-activos, excepción de la aplicación según el volumen de descarga)
2. Sistema de facturación (recaudación de tarifas)
3. Sistema de designación de plantas específicas y de las personas responsables de controlar la contaminación
4. Sistema de reconocimiento de mérito de las empresas que han contribuido en la prevención de contaminación

(2) Apoyo a PYMEs

Si bien es cierto que las cargas contaminantes emitidas por las PYMEs de este sub-sector son sumamente reducidas, DAMA, a través de ACERCAR, deberá brindar apoyo y asesoramiento a estas empresas a modo de promover la tecnología de PML. Considerando la dificultad de ensanchar aceleradamente el ámbito de acción, se propone inicialmente trabajar con las empresas objeto de la auditoría detallada y brindarles el siguiente apoyo:

1. Instalación de tanques de almacenamiento de aguas residuales: asesoría y verificación de resultados a través de ACERCAR
De ser necesario, extender también el apoyo financiero a través de FRATI.
2. Recolección de datos básicos sobre la productividad: recoger las informaciones sobre la tecnología de control y brindar asesoría a las empresas a través de ACERCAR
3. Mejoramiento de productividad mediante la instalación de máquinas extrusoras, empaquetadoras, etc.: apoyo en la formulación de planes detallados de ejecución a través de ACERCAR, y apoyo financiero a través de FRATI

A continuación se propone el período de ejecución de las acciones mencionadas:

1. Solicitud de ejecución de empresas modelo a ACERCAR: antes de finalizar 1999
2. Organización del Grupo de Trabajo por los representantes de DAMA , ACERCAR y de las empresas modelo: antes de finalizar 1999
3. Implementación de empresas modelo: dentro de dos años
4. Verificación de los resultados de las empresas modelo, presentación y asesoramiento a otras empresas a través de ACERCAR: a partir de un año después de la puesta en marcha
5. Reconocimiento del mérito de las empresas que hayan contribuido a la descontaminación

(3) Estudio sobre la carga ambiental de glicerina de los productos

Se propone investigar, a través de ACERCAR, las cargas ambientales de glicerina residual de los jabones producidos por algunas PYMEs. Tal como se indicó anteriormente, este tema debe ser abordado a largo plazo:

1. Estudio de la concentración de glicerina de los jabones producidos por las empresas que no disponen del proceso de separación de glicerina: se

propone que DAMA, a través de ACERCAR, realice un estudio de una duración aproximada de dos años.

2. Reducción de la glicerina de los jabones producidos por PYMEs: sobre la base de los resultados obtenidos por el estudio mencionado anteriormente, se propone estudiar la pertinencia de reducir este componente en un término de cinco años, la factibilidad técnica y el impacto sobre el costo (contratación del servicio de un tercero para el tratamiento de los efluentes del desplazamiento salino, sustitución de materia prima, etc.). Se propone que ACERCAR asuma la ejecución de dicha acción.

Bibliografía

- 1) ANALJA (1992). Estudio del Sector
- 2) DANE. Encuesta Anual Manufacturera 1996
- 3) Dirección General de Estadísticas de la Agencia de Administración y Coordinación. Anuario de Estadísticas del Japón
- 4) Detergentes / su ciencia y actualidad : Tetsuya Fujii: Shiawase-Shobo
- 5) ANDI. Industria de Productos de Aseo y Cosméticos
- 6) Agencia de Pequeñas y Medianas Empresas. Indices del Costo de las Pequeñas y Medianas Empresas
- 7) Shigeri (1975) Petrochemical Vol.24 No.11, 777
- 8) Revistas de la Asociación de Alcantarillado
- 9) DNP-PNUD(1992). Contaminación Industrial en Colombia
- 10) Toyama (1972). Petrochemical 21, 338
- 11) Tecnología de Tratamiento de Agua Vol.17 No.8 p.51 (1976)
- 12) División de Alcantarillado de Dirección General de Urbanización del Ministerio de Construcción: Guía para Aguas Residuales de Instalaciones (1993), Asociación Japonesa de Alcantarillado

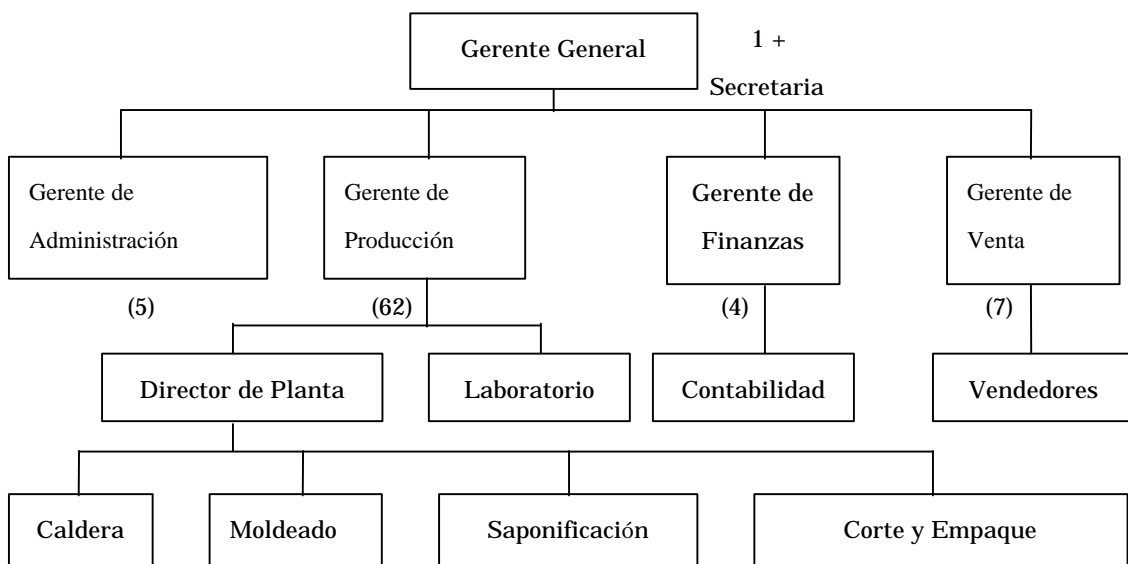
9-7 Auditoría detallada - 1 (producción de jabones -1)

9-7-1 Perfil de la fábrica

Esta es una empresa mediana que se dedica a la producción de jabones. Pertenece a ANALJA. Gracias a los esfuerzos de los miembros de la familia propietaria que ocupan actualmente los puestos importantes de las diferentes secciones de la empresa, tales como la producción, administración y gestión financiera, han logrado varias mejoras administrativas.

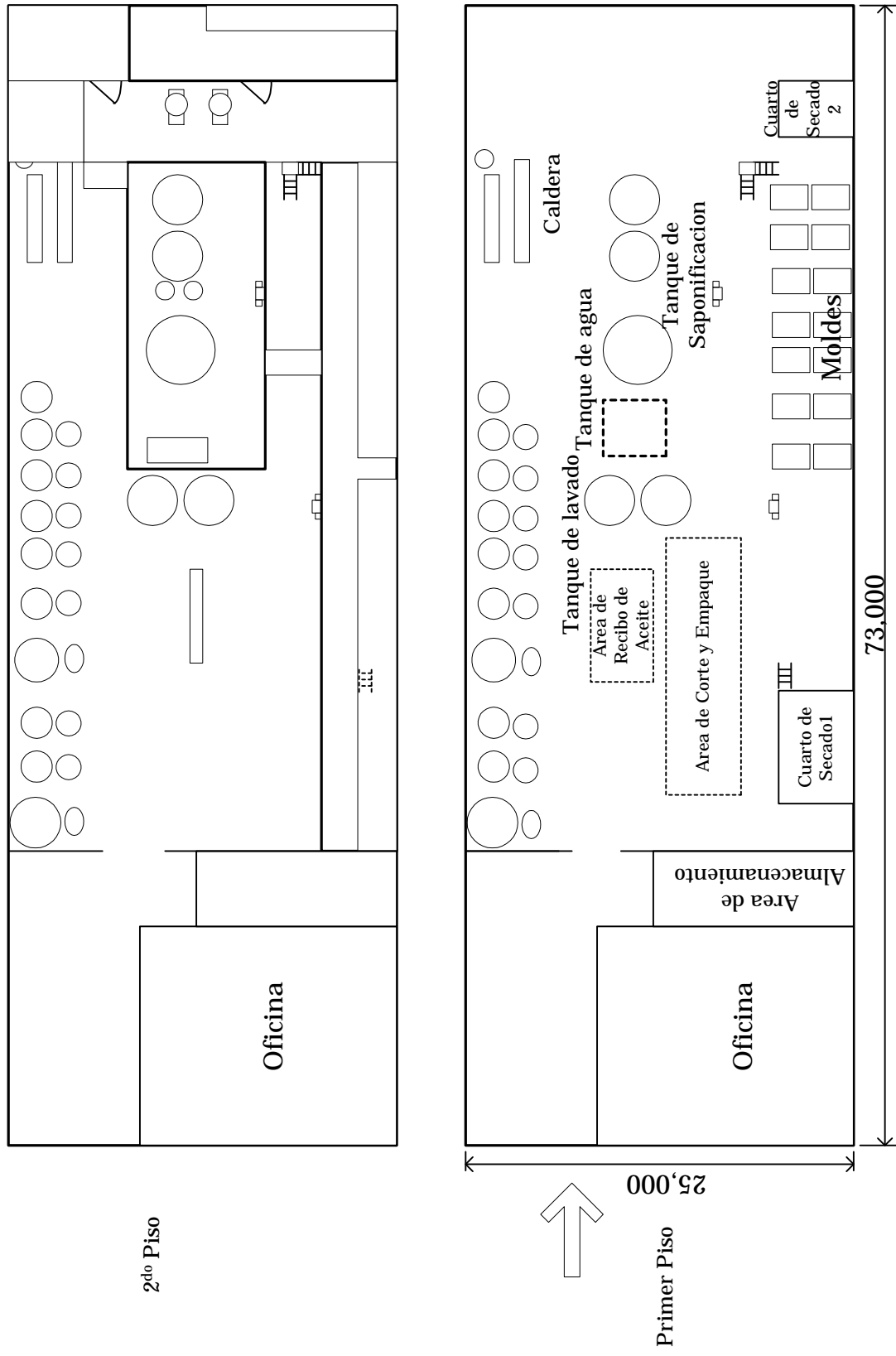
- 1) Nombre de la fábrica : ---
- 2) Fundación : ---
- 3) Dirección : ---
- 4) Representante : ---
- 5) Capital : ---
- 6) Organización : se indica en la Figura 9-15.

Figura 9-15 Organigrama



- 7) Número de empleados : 80
- 8) Area de la fábrica : 6,400 m²
- 9) Disposición de la fábrica : en la Figura 9-16 se indica la disposición de la fábrica.

Figura 9-16 Disposicion



El área de la fábrica tiene el ancho de 25 metros que da a la vía y el largo de 73 metros, y aproximadamente tres cuartas partes del área están ocupadas por las instalaciones de producción. En el primer piso se encuentran los tanques de materias primas, área de recepción de materias primas, área de corte y empaque de productos, moldes, salas de secado de productos, etc., y el tanque de saponificación y el de lavado de aceites y grasas están instalados en espacios del primer y segundo piso. Una parte del corredor del segundo piso se aprovecha para la maduración de productos y el almacenamiento de productos.

- 10) Productos : jabón sólido para lavado (en forma redonda o de barra)
Los productos de la empresa ocupan el alto porcentaje (80 por ciento) del mercado en la clase social de bajos ingresos de Bogotá y alrededores.
- 11) Producción y venta anual (1998)
Producción : 2,316 toneladas
Venta : 1,837 millones de pesos
- 12) Materias primas: a continuación se indican las materias primas principales que utiliza la empresa:
 1. Grasas animales
 2. Aceites vegetales (4 tipos o más)
 3. Soda cáustica, carbonato de sodio
 4. Pigmentos, perfumes, sílice

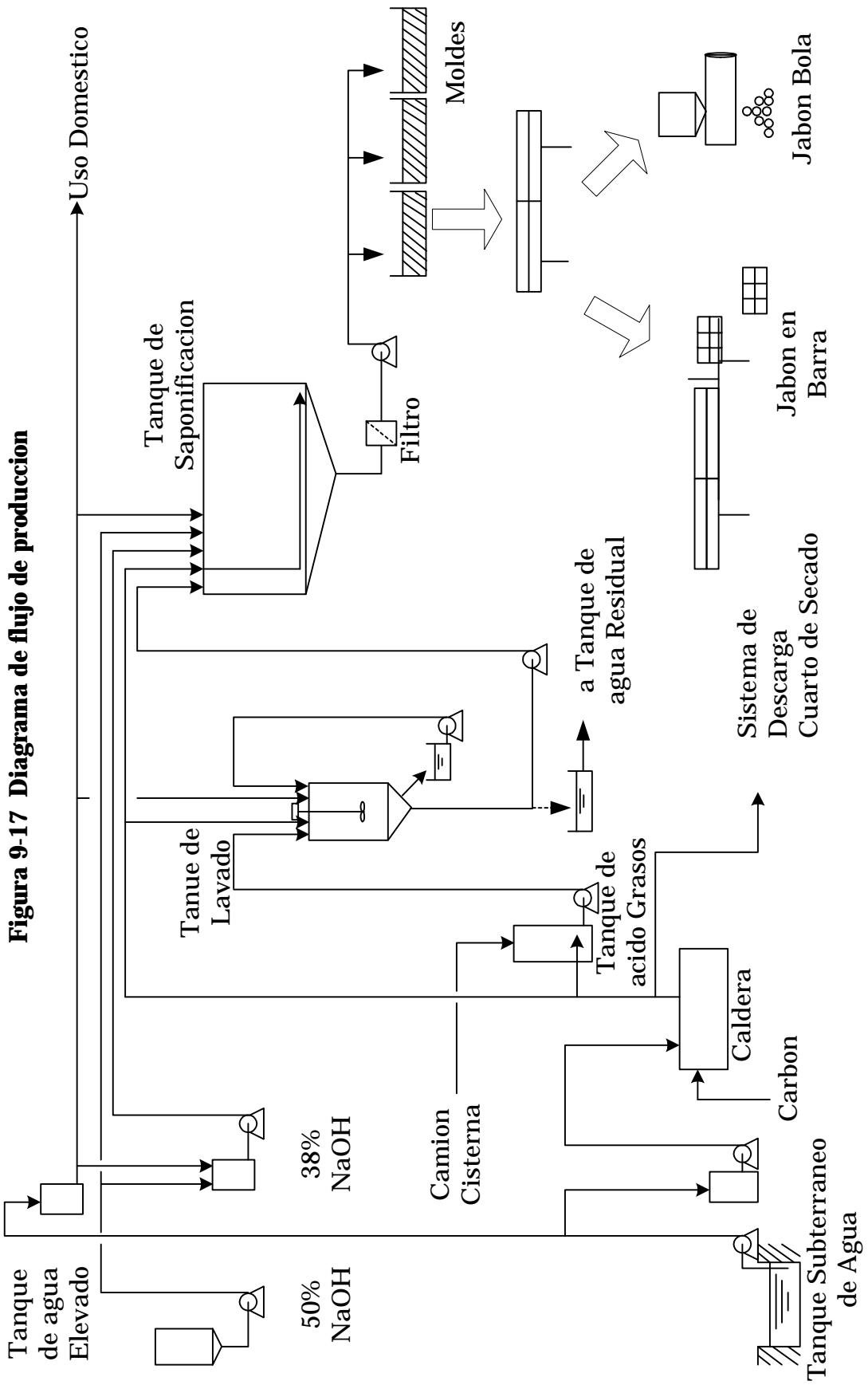
9-7-2 Situación actual y problemas de la tecnología de producción

(1) Flujo del proceso

La Figura 9-17 indica el diagrama de flujo del proceso. Es un proceso tradicional para la producción de jabones mediante la saponificación en uso de soda cáustica, utilizando aceites y grasas animales como materias primas.

En el proceso de lavado de las materia prima de aceites y grasas, está adoptada una técnica propia de la empresa. Después de la saponificación, el material del producto se vierte en moldes sin tener el desplazamiento salino. El producto tiene mucha humedad como el 30% aproximadamente, debido a la falta del sistema de control de humedad con vacío. Los extremos cortados de los productos moldeados, después del amasamiento, se convierten en productos de la forma redonda mediante una operación manual.

La operación de cada proceso es completamente manual. Además, los conocimientos técnicos sobre los procesos están basados en las experiencias de los operarios.



(2) Capacidad de producción del proceso

En el Cuadro 9-23 se indica la capacidad de producción de cada unidad del proceso. Anteriormente la fase de lavado de grasas era el cuello de botella, pero se resolvió el problema, introduciendo una unidad más a principios del año 1999.

Cuadro 9-23 Capacidad de producción de cada unidad del proceso

Unidad	Capacidad	Tiempo de ciclo	Operación
Lavado de grasas	8 TM/lote		2 días/semana
Saponificación	20TM/lote	2 a 3 días/lote	4 días/semana
Moldeado	2 moldes/lote	1 semana/lote	
Corte			

(3) Consumo de las materias primas por lote

No están recolectados los datos de consumo de las materias primas por cada lote. El Cuadro 9-24 indica el promedio del consumo.

Cuadro 9-24 Consumo de la materia prima por lote

Materias Primas	Consumo (kg/lote)
1. Grasas	6,137
2. Aceite de palma	990
3. Palmiste	790
4. NaOH	3,800
5. Colorante	100
6. Perfume	70
7. Agua	5,690

(4) Balance de materiales

La Figura 9-18 indica el balance de materiales por año.

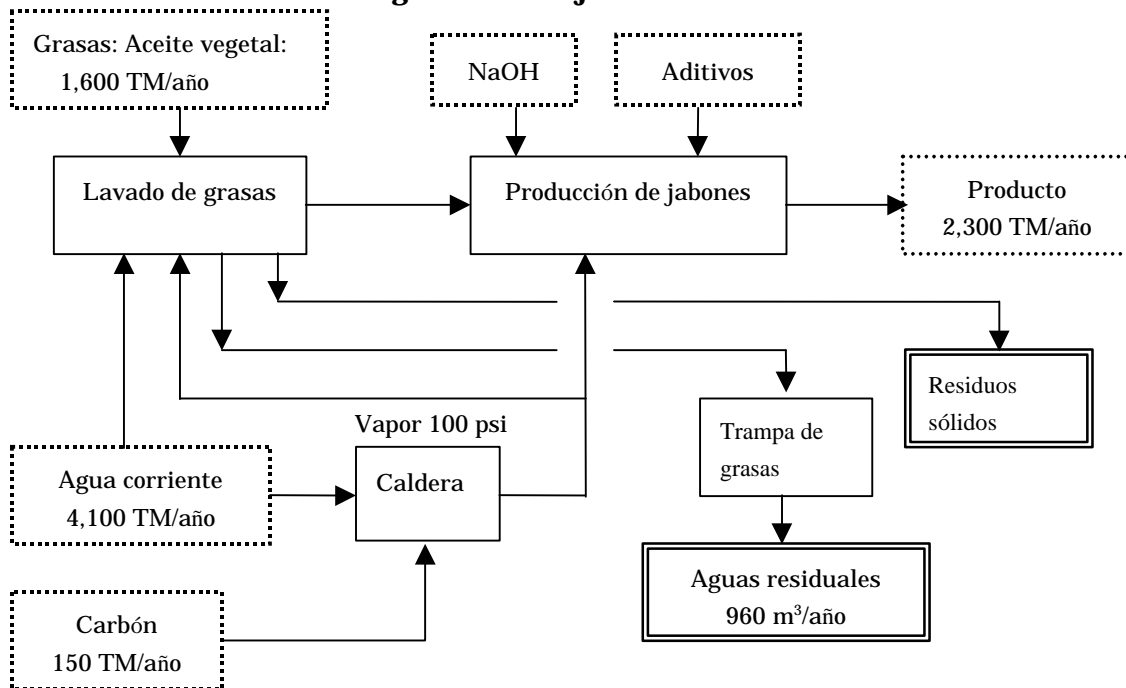
La fábrica consume el agua corriente de 4,100 m³/año; este volumen incluye el agua de uso doméstico de 1,920 m³/año que corresponde aproximadamente al 50%. Las aguas residuales descargadas de la fábrica son del volumen aproximado de 960 m³/año, la mayor parte del cual es utilizado para el lavado.

(5) Problemas actuales de la situación técnica de producción

A continuación se describen los problemas técnicos actuales de la producción de la empresa:

1. La densidad laboral es alta, debido a la baja capacidad del proceso de corte y empaque y también a la operación manual en todo el proceso.
2. Las aguas residuales son de mala calidad, como se describe posteriormente en el inciso 9-7-4. Sin embargo, el volumen es poco y su carga ambiental es relativamente pequeña.

Figura 9-18 Flujo de materiales



9-7-3 Situación actual y problemas de la tecnología administrativa de producción

(1) Inspección en recepción de materias primas

1) Aceites y grasas de materias primas

Con respecto a la calidad de aceites y grasas, se realiza la inspección al llegar las materias primas a la fábrica sobre los 4 ítems: valor de saponificación, acidez, punto de fusión y cantidad de aceites y grasas contenidas. En caso de tener almacenadas las materias, al final de mes se inspecciona la calidad de aceites y grasas.

2) Soda cáustica

Se inspecciona la concentración al llegar a la fábrica

3) Carbonato de sodio

Se inspecciona free álcali al llegar a la fábrica.

(2) Inspección de productos

Los productos se inspeccionan para tres ítems: aspecto exterior, olor y dureza.

(3) Mantenimiento de equipos

La empresa no tiene planes del mantenimiento periódico. Cuando suceden algunos problemas o se necesitan modificaciones de las instalaciones, los resuelven los mismos operarios. En el depósito están almacenados las bombas y motores eléctricos usados. La empresa cuenta con máquinas de soldadura necesarias para la reparación.

(4) Problemas actuales de la tecnología de control de producción

A continuación se resumen los problemas actuales de la tecnología de control de producción de la empresa:

- 1) La clave del control de producción es identificar correctamente el consumo de las materias primas. Al recibir las materias primas, varía la concentración debido al vapor que se inyecta directamente adentro.
- 2) El control de la calidad de aguas para la producción es importante para mejorar la calidad de productos. El problema es la dificultad que tienen para limpiar el foso subterráneo. Es necesario limpiar dicho foso periódica y frecuentemente.
- 3) En los pasillos y escaleras se encuentran cosas colocadas en forma desordenada. Todos los que trabajan en la fábrica deben tener conciencia de la ordenación. Se recomienda la promoción de la campaña “5S”, la cual está en movimiento en Japón y recientemente introducida en Colombia.
- 4) Como se ha mencionado en el inciso 9-7-2, la tecnología de producción depende de las experiencias de los operarios, lo cual dificulta la mejora técnica mediante la estandarización.

9-7-4 Situación de la descarga de materiales contaminantes industriales y tecnología de tratamiento

(1) Residuos sólidos

Las grasas que permanecen en las aguas usadas en el proceso de lavado de aceites y grasas se recuperan y almacenan en un tanque. A pesar de que los residuos sólidos finales se depositan en recipientes de 55 galones, todavía no se ha establecido bien el procedimiento de reciclaje adecuado.

(2) Aguas residuales de la fábrica

Las aguas de lavado para aceites y grasas se reciclan entre el tanque de lavado de grasas y el tanque de aguas residuales. Las aguas contaminadas en alto nivel por la repetición del lavado se descargaban del tanque. Sin embargo, después de que DAMA cerró el tanque, se instaló la trampa de aceite a mediados del año 1998.

El Cuadro 9-25 indica el resultado del análisis de las aguas residuales de la empresa, realizado durante la primera y la segunda fase del estudio en Colombia. El punto No. 1 para la toma de muestras es la entrada de la trampa de aceite y el punto No.2 es la descarga de aguas residuales.

Cuadro 9-25 Calidad de aguas residuales

Fecha		28 de oct. de 1998		15 de feb. De 1999		Normas de DAMA
Punto	Unidad	No.1	No.2	No.1	No.2	
Temperatura		43.9	18.0	25.8	26.0	< 30
pH	-	4.8	7.9	5.2	5.9	5 - 9
Turbiedad	-	460	170	300	280	
Conductividad	MS/cm	1,999	5,860	7,240	9,030	
OD	Mg/L-O ₂	2.9	0.4	0.5	0.5	
DBO	Mg/L-O ₂	3,180	1,170	5,900	3,120	1,000
DQO	Mg/L-O ₂	8,600	1,980	18,970	5,140	2,000
Aceite	Mg/L	1,099	644	878	695	100
TSS	Mg/L	688	518	1,030	495	800
Detergentes	Mg/L			9.1	12.3	0.5

Se hará posible realizar la descarga continua de aguas residuales en pequeña cantidad almacenándolas temporalmente, puesto que la operación de la fábrica se realiza por lote. Para este procedimiento todavía no se han hecho pruebas, pero se espera una bajada considerable de aceites dentro de las aguas residuales.

9-7-5 Propuestas y recomendaciones para la reducción de contaminación industrial

Como medidas para reducir la contaminación en la empresa, se proponen las siguientes:

(1) Medidas a corto plazo

Como una medida posible sin mayor costo se propone lo siguiente:

- 1) Instalación de un tanque nuevo para las aguas residuales

Se adoptará el sistema anteriormente mencionado para descargar las aguas en pequeña cantidad pero continuamente, almacenándolas temporalmente en un tanque nuevo. Mediante dicho sistema, se espera estabilizar la operación de la trampa de aceite con baja carga, reduciendo la cantidad de aceite dentro de las aguas para satisfacer las normas de DAMA. Para agregar más tanques para las aguas residuales, se podrá aprovechar los tanques existentes sin tener mucho costo. Con respecto a la trampa de aceite, es indispensable realizar un mantenimiento adecuado también para el nuevo sistema, tal como eliminación periódica y frecuente de las espumas.

(2) Medidas a mediano y largo plazo

Para mejorar la productividad del proceso de empaque, que es actualmente un obstáculo para la producción, se propone la medida siguiente a mediano plazo:

- 1) Instalación de máquinas de empaque

Se intentará reforzar la capacidad del proceso de empaque y también reducir la densidad laboral mediante la instalación de máquinas de empaque.

Los efectos que tiene la introducción de las máquinas no se describen aquí, puesto que en el inciso 9-5-3 se han detallado. Abajo se menciona el perfil de la máquina de empaque que deberá introducir la empresa:

- a) Capacidad: 50 a 100 bolsas por minuto
- b) Costo : 40,000,000 pesos

9-8 Auditoría detallada -2 (producción de jabones-2)

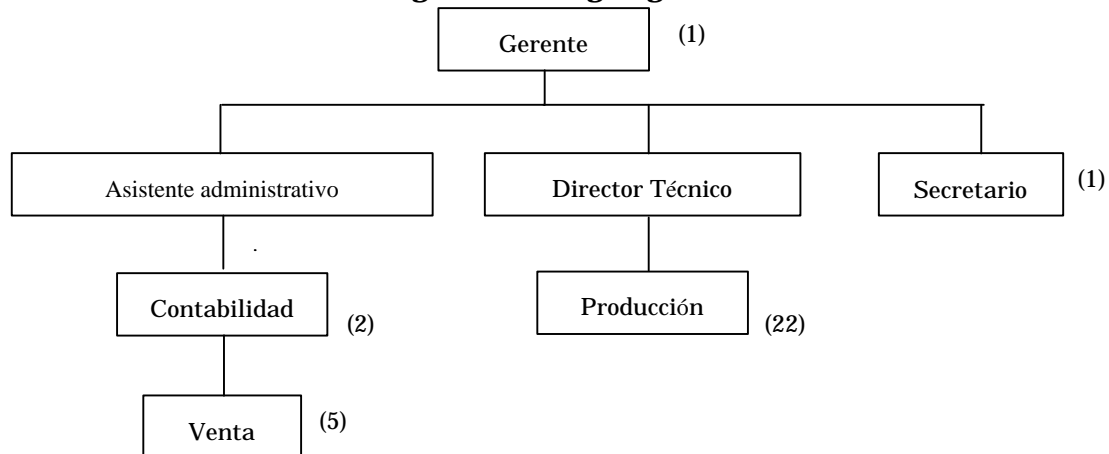
9-8-1 Perfil de la fábrica

Esta es una empresa pequeña y familiar fundada en la década de 1960 y adquirida en 1992 por el propietario actual, quien se muestra muy entusiasmado en perfeccionar su fábrica y ha venido haciendo varios tipos de mejoras.

- 1) Nombre de la fábrica : ---
- 2) Fundación : ---
- 3) Dirección : ---
- 4) Representante : ---
- 5) Capital : ---
- 6) Organización : en la Figura 9-19 se indica la organización de la

fecha de marzo de 1999.

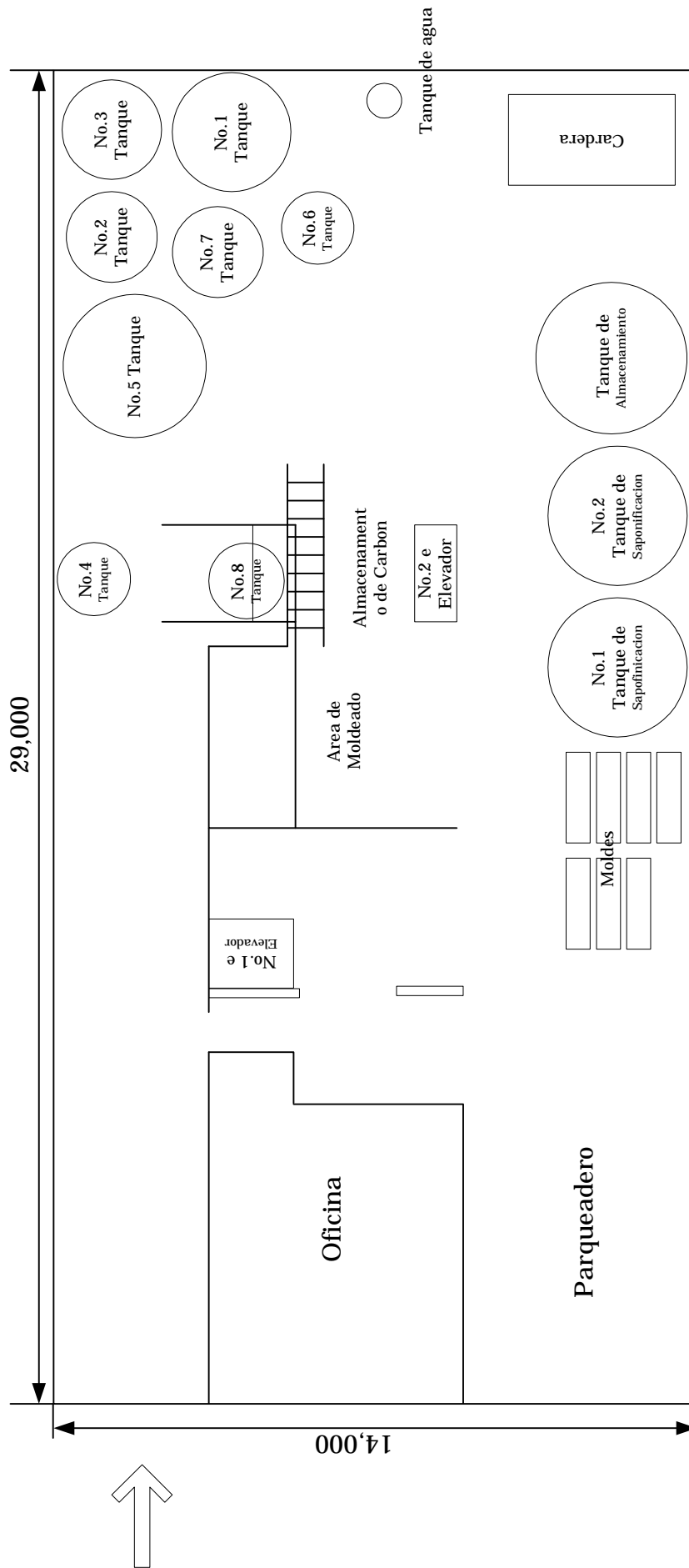
Figura 9-19 Organigrama



- 7) Número de empleados : 33
- 8) Área de la fábrica : m²
- 9) Disposición de la fábrica : en la Figura 9-20 se indica la disposición de la fábrica.

El área es muy pequeña y se aprovechan los pisos desde el primer hasta el cuarto. En el primer piso, se encuentran colocadas las materias primas, tanques para el agua, etc., caldera, depósito de moldeo, moldes, base del tanque de saponificación y garaje. En el entrepiso existen el tanque de saponificación y el tanque de lavado de aceites y grasas. En los segundo y tercero, existe el proceso de moldeo, corte y empaque, y el cuarto piso es un área de mantenimiento de equipos.

Figura 9-20 Disposicion de la empresa



- 10) Productos : el principal producto es jabón para lavado.
 Tiene diferentes colores : natural, azul y azul/blanco. Ocupa el quinto lugar dentro del sector de productos del mismo tipo.
- 11) Producción y venta anual (1998)

Cuadro 9-26 Producción y venta anual

		1993	1996	1997	1998
Producción	Toneladas	700	540	580	600
Venta	Millones de pesos	192	308	357	392

9-8-2 Situación actual y problemas de la tecnología de producción

(1) Flujo del proceso

La Figura 9-21 indica el flujo de proceso. Es un proceso tradicional que utiliza aceites y grasas animales como materias primas y realiza la saponificación con la soda cáustica.

No cuenta con el proceso de separación de glicerina mediante desplazamiento salino.

Al inicio de la reacción de saponificación, 2 toneladas de aceites y grasas se envían bombeados desde el tanque de materias primas al tanque de saponificación de 5 m³. Otras materias primas necesarias para el lote de operación se agregan manualmente en uso de recipientes de 200 litros. Después de la saponificación, los materiales que tienen glicerina pasan a moldes o a un recipiente de enfriamiento de concreto. El proceso de moldeado necesita 15 días o más. Posteriormente la masa del producto se corta con el uso de la cizalla para obtener la forma de barra o sacabocado a golpe para la forma de cuatro-canal como forma final del producto. Los extremos cortados en el proceso de corte se reciclan en el proceso de saponificación.

La operación de cada proceso es completamente manual.

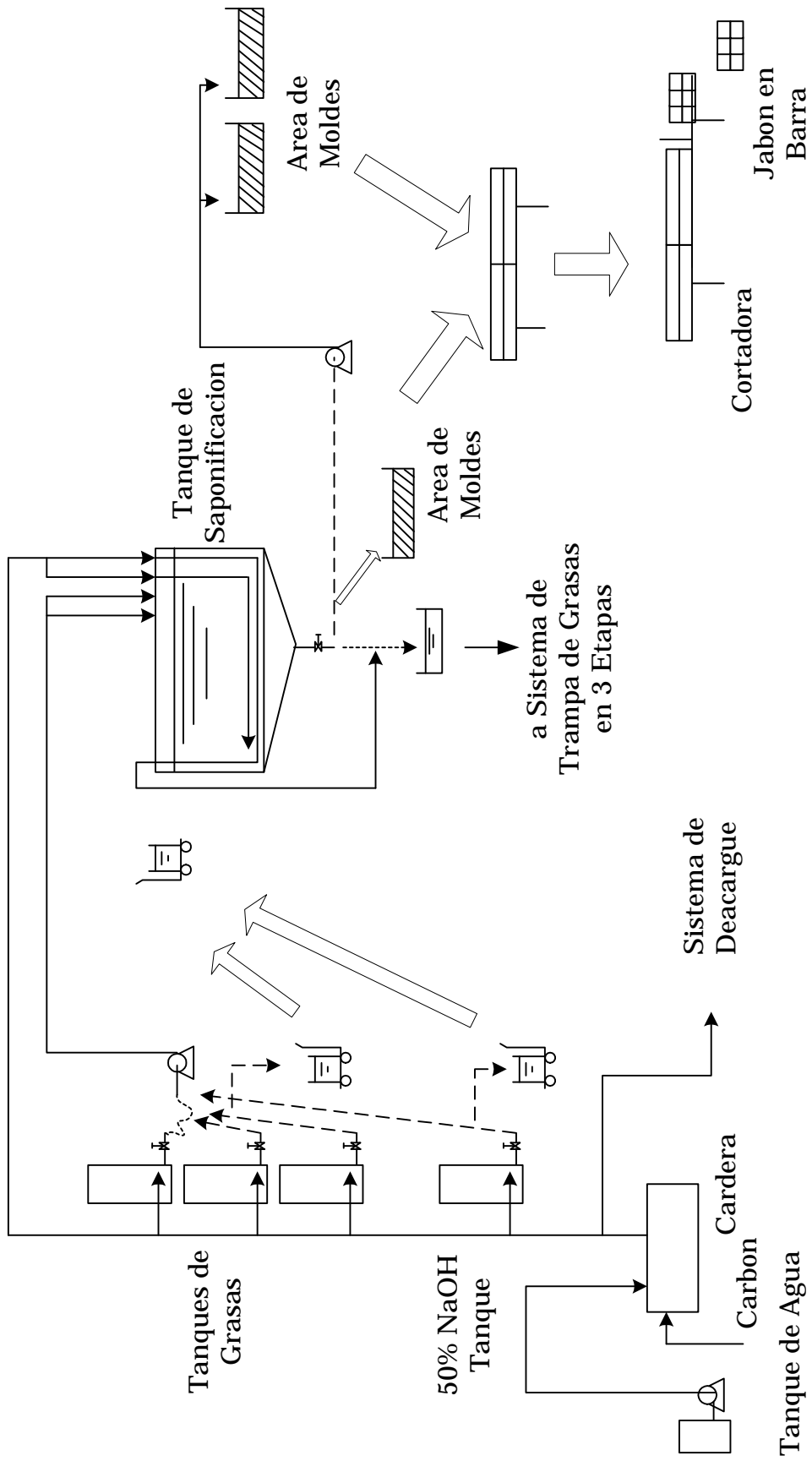
El propietario tiene mucha confiabilidad en las experiencias e intuición de los operarios, por lo cual no circula ninguna indicación escrita respecto al plan de producción diaria. Solo hay indicaciones verbales, pero simples para los colores, formas, etc.

(2) Lote

A continuación se indican los datos básicos del lote de producción:

- Volumen del lote : 5 toneladas / lote
- Tiempo de ciclo : 1,5 días / lote
- Moldeado : 15 días o más

Figura 9-21 Diagrama del flujo de producción



El informe de cada lote se elabora por los operarios. Debido a que la fábrica no cuenta con ningún medidor de peso, el consumo de las materias primas se registra basado con la intuición de los operarios como se indica abajo:

Aceites y grasas : un bidón lleno es de 200 kg. (la mitad de bidón es de 100 kg.)

Reciclaje de las porciones cortadas : un bidón lleno es de 170 kg.

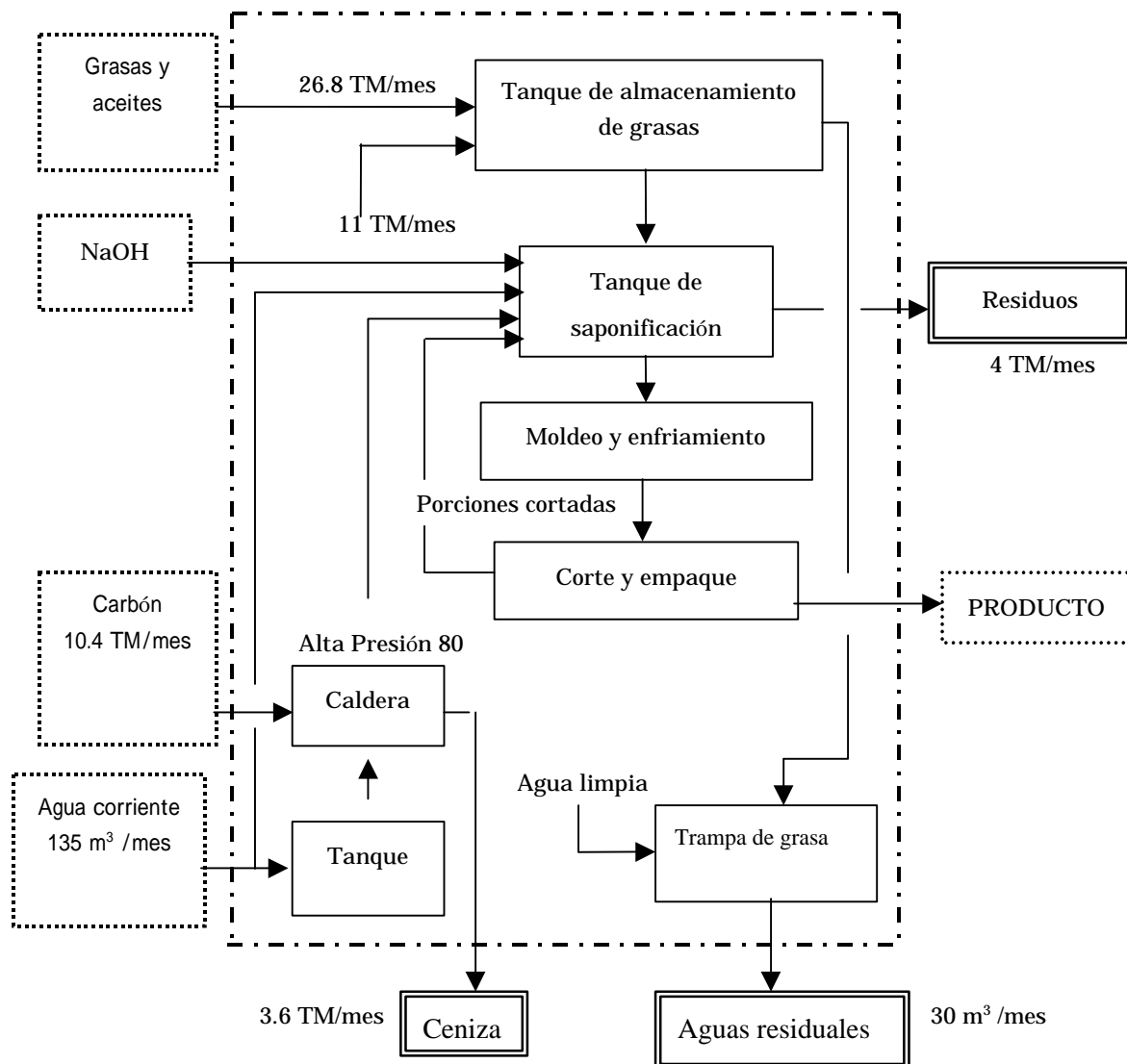
Agua :se calcula en base a las especificaciones de productos. No se incluye el volumen de evaporación en el proceso.

Vapor : no se registra.

(3) Balance de materiales

La Figura 9-22 indica el balance de materiales por año.

Figura 9-22 Balance de materiales



(4) Problemas actuales de la situación técnica de producción

A continuación se describen los problemas técnicos actuales de la producción:

1. Las porciones cortadas en el proceso de corte se reciclan en la saponificación como materia prima. Esto afecta la capacidad de saponificación para el tratamiento de las materias primas y además origina pérdidas de la energía, etc. que se necesita más para calentar y enfriar para las porciones recicladas.
2. La capacidad del proceso de corte y empaque es baja y la densidad laboral es alta.
3. El vapor condensado se mezcla con aguas residuales y se descarga. Actualmente están planificando obras de tubería para recuperar el condensado.
4. Las aguas residuales son de mala calidad. Se instaló un tanque de almacenamiento de aguas residuales en marzo de 1999, lo cual permitió descargar las aguas en pequeña cantidad, reduciendo la cantidad de aceite y SS contenido en las aguas. Lo importante es la limpieza periódica de la trampa de aceites y grasas.
5. El carbón es utilizado como combustible para la caldera, lo cual retrasa el comienzo del funcionamiento a la caldera y origina residuos sólidos. La fábrica tiene el plan de reemplazar el combustible actual de la caldera por el aceite pesado para finales de 1999.

9-8-3 Situación actual y problemas de la tecnología administrativa de producción

(1) Inspección en recepción de materias primas

Los proveedores no presentan los certificados de calidad excepto el de la soda cáustica.

En la fábrica se realiza la inspección de recepción respecto al acidez y punto de fusión, de acuerdo al cuyo resultado se negocian los precios. El resultado de la inspección no se registra.

(2) Inspección de productos

Los productos se inspeccionan una vez al mes, de acuerdo a ICONTEC (Instituto Colombiano de Normas Tecnológicas) para los siguientes ítems:

- 1) Jabón anhidro
- 2) Materiales indisolubles en alcohol
- 3) Free alkali as NaOH
- 4) Materiales indisolubles en agua

El chequeo diario de la calidad de productos se realiza al tacto.

Los reclamos presentados por los clientes no quedan registrados.

(3) Mantenimiento de equipos

El mantenimiento de equipos que se ejecuta en la empresa no es periódico, sino es un mantenimiento de averías. Están preparados todos los repuestos para las averías imprevistas de bombas. Además, la fábrica cuenta con máquinas de soldadura y también con máquinas herramientas de tipo simple.

(4) Problemas actuales de la tecnología de control de producción

A continuación se resumen los problemas actuales de la tecnología de control de producción:

- 1) Cada tanque no tiene instalado el medidor de nivel. El consumo de las materias primas se calcula en base al volumen del bidón. Si se instalara un medidor de nivel tipo simple, se facilitaría la medición del consumo de las materias primas.
- 2) Se encuentran amontonados los bidones no necesarios. Deberán sacarlos de las áreas que pueden ser aprovechadas para instalar equipos nuevos en un futuro cercano.

9-8-4 Situación de la descarga de materiales contaminantes industriales y tecnología de tratamiento

(1) Residuos sólidos

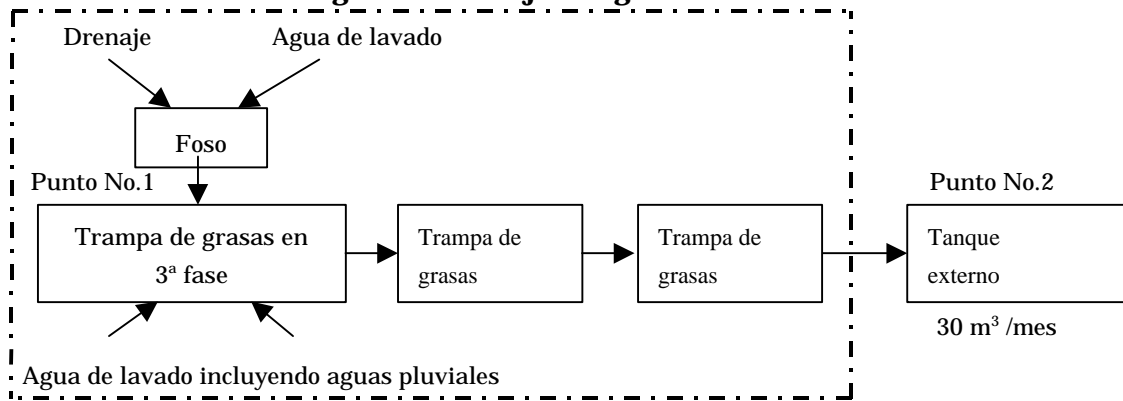
- 1) Residuos: los residuos que quedan en el fondo del tanque de saponificación se amontonan y secan, y después se transportan envasados en bidones de 55 galones a un centro de disposición. El volumen de los residuos sólidos que se producen en la fábrica es aproximadamente de 4 toneladas por mes.
- 2) Cenizas: el volumen de cenizas que se emiten mensualmente de la caldera es de 3.6 toneladas. Estas cenizas se transportan al centro de disposición o se utilizan para el relleno.

(2) Aguas residuales de la fábrica

La Figura 9-23 indica el sistema de desagüe de la empresa. Los Puntos No.1 y No.2 indican los sitios donde se sacaron las muestras para el análisis de aguas residuales realizado en el estudio.

El propietario actual instaló una trampa de aceite en 1992 y posteriormente agregó 4 unidades más. Aparte de las trampas de aceite, no se ha instalado ninguno para el tratamiento de aguas residuales.

Figura 9-23 Flujo de aguas residuales



DAMA recolecta muestras de aguas descargadas de la fábrica una vez al año. La toma anterior de muestras fue del 12 de noviembre de 1997. A continuación se muestra el resultado que recibió la empresa en abril de 1998, y después de esa fecha la empresa ha venido reforzando el mantenimiento de las trampas de grasas existentes.

SS	6,786 mg/l
DBO	2,250 mg/l
DQO	4,839 mg/l
Aceite	6,248 mg/l
Azufre	14 mg/l
Fenol	12 mg/l

En el Cuadro 9-27 se muestra el resultado del análisis de calidad de agua de la empresa realizado en la primera fase y la segunda del estudio en Colombia.

Cuadro 9-27 Calidad de aguas residuales

Fecha		4 de nov. de 1998		25 de feb. de 1999		Normas de DAMA
Punto	Unidad	No.1	No.2	No.1	No.2	
Temperatura						< 30
pH	-	6.5	9.3	4.7	9.6	5 - 9
Turbiedad	-	260	320	600	340	
Conductividad	μ m/cm ²	10,360	1,469	18,000	400	
OD	mg/L-O ₂	0	0	1.1	6.4	
DBO	mg/L-O ₂	1,380	2,400	14,400	555	1,000
DQO	mg/L-O ₂	1,750	3,850	52,000	668	2,000
Aceite	mg/L	483	451	38,350	232	100
TSS	mg/L	900	435	14,680	122	800
Detergentes	mg/L			0.41	0.72	0.5
Fenol	mg/L			0.23	0.03	0.2

9-8-5 Propuestas y recomendaciones para la reducción de contaminación industrial

Como medidas para reducir la contaminación de la empresa, se proponen los siguientes:

(1) Medidas a corto plazo

Como una medida posible sin mayor costo se propone lo siguiente:

1) Instalación de un tanque nuevo para las aguas residuales

Se adoptará un sistema que descarga las aguas en pequeña cantidad pero continuamente, almacenándolas temporalmente en un tanque nuevo. Mediante dicho sistema, se puede esperar una operación estable de la trampa de grasas con baja carga, reduciendo la cantidad de grasas dentro de las aguas para satisfacer las normas de DAMA. Para agregar más tanques para las aguas residuales, se podrá aprovechar los tanques existentes sin tener que invertir mucho.

Con respecto a la trampa de grasas, es indispensable realizar un mantenimiento adecuado también para el nuevo sistema, tal como eliminación periódica y frecuente de las espumas.

(2) Medidas a mediano plazo

Para mejorar la productividad del proceso de empaque, que actualmente constituye el cuello de botella de la producción, se proponen las medidas siguientes a mediano plazo:

1) Instalación de máquinas de extrusión

Se introducirán máquinas de extrusión para formar un sistema de reciclar en dichas máquinas las porciones cortadas de productos que se reciclan actualmente en la saponificación, mediante lo cual se pueden esperar los siguientes efectos:

- a) Mejora de la capacidad de saponificación (posibilidad de tratar más materias primas de aceites y grasas dependiendo del volumen de reducción del reciclaje).
- b) Posibilita la mejora de la calidad de productos y también la toma de medidas para la diversificación de productos.

Puesto que se describió en el inciso 9-5-3 la evaluación económica de los efectos producidos por la introducción de máquinas, aquí solo se presenta el perfil del sistema que debería introducirse en la empresa:

- a) Capacidad : 750 kg/hora
- b) Costo 150,000,000 pesos

2) Instalación de máquinas de empaque

Se intentará reforzar la capacidad del proceso de empaque y también reducir la densidad laboral mediante la instalación de máquinas de empaque.

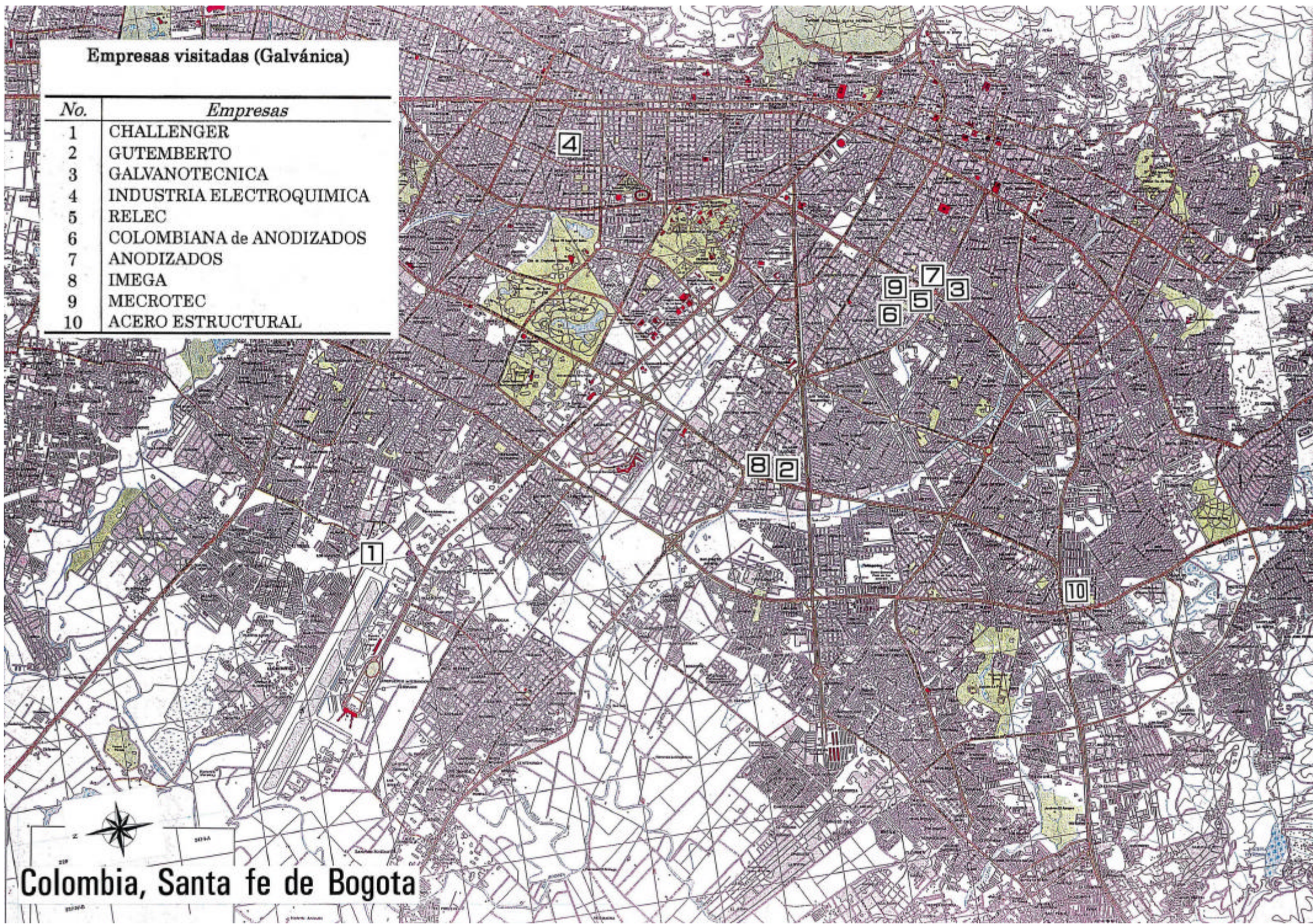
Los efectos que tiene la introducción de las máquinas no se describen aquí, puesto que en el inciso 9-5-3 se han detallado. Abajo se menciona el perfil del sistema de empaque que deberá introducir la empresa:

- a) Capacidad : 50 a 100 bolsas por minuto
- b) Costo 40,000,000 pesos

CAPITULO 10
ANTEPROYECTO DEL PLAN DE DESCONTAMINACION
DEL SUB-SECTOR DE LA INDUSTRIA GALVANICA

Empresas visitadas (Galvánica)

No.	Empresas
1	CHALLENGER
2	GUTEMBERTO
3	GALVANOTECNICA
4	INDUSTRIA ELECTROQUIMICA
5	RELEC
6	COLOMBIANA de ANODIZADOS
7	ANODIZADOS
8	IMEGA
9	MECROTEC
10	ACERO ESTRUCTURAL



Colombia, Santa fe de Bogota

**CAPITULO 10 ANTEPROYECTO DEL PLAN DE DESCONTAMINACION
DEL SUB-SECTOR DE LA INDUSTRIA GALVANICA**

10-1 Perfil del sub-sector galvanica

10-1-1 Empresas del sub-sector galvanica

(1) Número de empresas

En Santa Fé de Bogotá, actualmente existen aproximadamente 200 empresas galvanicas registradas en la Cámara de Comercio. El sub-sector absorbe más de 8,000 empleados. Se estima que existen otras 200 empresas no registradas en la Cámara de Comercio, resultando en total 400 empresas.

Nota) De acuerdo con la Resolución 1074/1997 de DAMA, las industrias galvanicas están obligadas a registrarse en DAMA. Sin embargo, sólo se registraron cuatro empresas al mes de marzo de 1999.

Por lo general, las empresas galvanicas se clasifican en grandes grupos según los procesos adoptados, que a su vez son sub-clasificados en pequeños grupos según los objetivos. En el Cuadro 10-1 se muestra el número de empresas de Bogotá según grupos y subgrupos.

Las empresas no registradas son pequeñas empresas, cuyo número estimado se incluye también en el cuadro.

Cuadro 10-1 Número de empresas de la industria galvanica en Santa Fé de Bogotá

Procesos de recubrimiento	Objetivos	Número de empresas	Empresas visitadas
Galvanización electroquímica	General (revestimiento ornamental y antioxidante)	150 Empresas no registradas De 150 a 200	3
	Cromo duro de uso industrial	5	1
	Anodización	30	2
Galvanización de zinc por inmersión en caliente	Antioxidante	10	2
Pintado en caliente	Revestimiento decorativo y antioxidante	30	2
	Total	400 aprox	10

Generalmente, cuando se hace una clasificación de las empresas galvanicas, no se incluyen las del pintado en caliente como en el caso del Cuadro 10-1. Esto es porque la pintura al horno, que es el principal proceso, es clasificado como técnicas de pintura.

Al respecto, en el presente estudio, sólo nos detendremos a entregar breve comentario sobre la prevención de corrosión por lavado ácido como tratamiento

preliminar.

El objetivo de este estudio es diagnosticar el problema de contaminación ambiental provocada por la industria galvánica, por lo que es importante conocer claramente los procesos adoptados por cada empresa.

Para los efectos, las empresas del sector deben ser clasificadas en aquellas que pertenecen al sector manufacturero o de construcción de equipos y estructuras, y otras que se dedican exclusivamente a la industria galvánica. En el Cuadro 10-2 se muestra la clasificación de estas empresas como el primer paso para esclarecer los procesos actualmente utilizados por ellas.

Cuadro 10-2 Clasificación de las empresas galvánicas

Grupos	Sub-grupos: Proceso de recubrimiento	Items: objetivos
1. <u>Interior</u> Proceso de recubrimiento dentro de la industria manufacturera de equipos y estructuras	1. Recubrimiento electroquímico 2. Galvanización de zinc por inmersión en caliente 3. Galvanoplastia química (recubrimiento por vía química)	1. Rev. decorativo 2. Antioxidante 3. Propiedades adicionales (1) Mayor rigidez (2) Menor fricción (3) Propiedades eléctricas (4) Facilidad de soldadura
2. <u>Exterior</u> Especializadas en galvanización		

Recomendamos a DAMA continuar clasificando las empresas aplicando la metodología expuesta en el Cuadro 10-2, para conocer el tamaño de las empresas (magnitud de los procesos), del que se habla en el apartado siguiente, y emitir instrucciones oportunas y coherentes con la realidad de cada empresa.

(2) Tamaño de las empresas

Normalmente cuando se habla del tamaño de una empresa, se refiere al número de empleados y la utilidad anual. Sin embargo, en el caso de las empresas galvánicas, estos parámetros no son los más idóneos para juzgar su tamaño.

Los términos “Interior” y “Exterior” utilizados en el Cuadro 10-2 no reflejan necesariamente la magnitud de los procesos de estas empresas. Dado que nos interesa conocer la magnitud de las operaciones más que el tamaño de la empresa en sí, nos guiaremos por el volumen de uso del agua industrial en los procesos de galvanoplastia.

Para los efectos, el informe sobre el uso de agua de las empresas galvánicas (agosto de 1998), preparado por la empresa de agua de Bogotá (EAAB) y entregada al equipo de estudio por DAMA, constituye un documento sumamente útil. El volumen de uso de agua es la suma del requerimiento de agua en los procesos de chapado (agua industrial) y el volumen consumido por los empleados (agua potable).

La auditoría de fábricas efectuada esta vez pone de manifiesto que el consumo de agua de cada fábrica es cuantificado por el medidor utilizado a la entrada de la planta, pero que no se lleva un control de consumo de agua según su objetivo o utilidad. (Las fábricas no están dotadas de medidores en cada proceso.) Sin embargo, gracias al documento mencionado anteriormente que ha sido proporcionado por DAMA al equipo de estudio, se pudo estimar la magnitud de producción de cada empresa, cuyos resultados se entregan en el Cuadro 10-3.

Cuadro 10-3 Tamaño de las empresas galvánicas

Uso de agua (m ³ / mes)	Número de empresas	(Referencia) Empresas visitadas
De 500 a 400	1	
De 399 a 300	3	
De 299 a 200	2	1
De 199 a 100	7	2
De 99 a 50	1	1
De 49 a 10	4	2
De 9 a 5	1	
De 4 a 0	(380)	4
Total	400	10

En el Cuadro 10-3 podemos observar que el consumo de agua de cada empresa es poco.

De este cuadro, se estima que el consumo total de las 400 empresas es de unos 3,000 m³/mes, que es una cifra sorprendentemente reducida. Deduciendo que la pérdida de agua por evaporación o infiltración al subsuelo es mínima, se concluye que el volumen de efluentes descargados por estas 400 empresas, es similar al volumen consumido.

(3) Perfil de las empresas visitadas

En el Cuadro 10-4 se entregan la informaciones recogida durante la visita a las empresas en el marco del presente estudio.

En la segunda etapa del estudio, DAMA nos solicitó incluir en la lista de las empresas objeto del estudio a cuatro firmas más. Después de discutir la pertinencia, se acordó que se realizará el estudio, pero de carácter complementario, sin entrar en detalle en la redacción de los resultados en este informe. En el Cuadro 10-5 se presenta un resumen de los resultados del estudio de estas nuevas empresas.

De estas cuatro empresas, dos son grandes fabricantes de tubos de acero, y su interés por el tratamiento de aguas residuales era más bajo que el de los empresarios pequeños y medianos.

Cuadro 10-4 (1) Perfil de las empresas visitadas

Fecha de visita	No.1 '98 OCT 23-26	No.2 '98 OCT 27-28	No.3 '98 OCT 29-30	No.4 '98 NOV 3-4	No.5 '98 NOV 5-6
Empresa	RELEC	ANODIZADOS INDUSTRIALES	COLOMBIANA DE ANODIZADOS	MECROTEC	IMEGA
Empleados	15	16	22	10	7/(Plating,5)
Producto (chapados)	Autopartes - Fundas de freno - Tornillos y tuercas	Anodización para piezas de aluminio	Anodización para piezas de aluminio	Cromo duro Para moldes, ejes, rodillos	Galvanización de Zn Partes de apoyo para postas eléctricas
Producción	1,000 TM/año	400 TM/año	100 TM/año		360 TM/año
Equipamiento principal	Chapado Cu, Ni, Cr, Zn (Cd) (Ag)11 Principalmente Zn - tipo baño - tipo tambor	19 baños (10m3 c/u) 3 generadores (80% por generador propio)	12 baños (4m3 c/u)	Tanque electrolítico con tratamiento de gas de escape (diseño propio)	Baño de inmersión Zn (9,4m3)
Nivel de control • Producción • Calidad	Bien controlado	Entorno laboral Atmósfera: Mal	Nivel de control: Mal Atmósfera: Muy mal	Bien controlado	Bien controlado
Tratamiento de agua Descarga de agua Residuos sólidos Tratamiento de gas de escape	Ningún tratamiento 170m3/M descargado Conducto para el chapado de cromo	En construcción 60m3/M 30kg/M, otro uso Ningún tratamiento	Ningún tratamiento 120m3/M descargado Ningún tratamiento	Control de pH Sedimentación 20m3/M Recuperación de Cr Sistema de tratamiento	Bajo estudio 40m3/M descargado Ningún tratamiento
Comentario general	La moral del gerente es alta	El nivel de ingeniería es alta	Se requiere mejorar atmósfera	El nivel de ingeniería es alta ISO 9000: en 2000	Bien controlado ISO 9000: in 2000

Cuadro 10-4 (2) Perfil de las empresas visitadas

Fecha de visita	No.6 '98 NOV 9-10	No.7 '98 NOV 11-12	No.8 '98 NOV 13	No.9 '98 NOV 18	No.10 '98 NOV 20
Empresa	GUTEMBERG	INDUSTRIA ELECTROQUIMICA	ACERO ESTRUCTURAL	CHALLENGER	GALVANOTECNICA
Empleados	280	23	80(chapado 7)	980(chapado 5) (pintura. 6)	7(operadores 3)
Producto (Chapado)	Tornillos y tuercas	Autopartes - Amortiguadores - Silenciadores Componentes de bicicletas	Estructura de acero para edificios	Refrigerador Equipos de audio Muebles de oficina	Tornillos y tuercas
Producción	5,600 TM/año		3,000 – 11,000 TM/año		
Equipamiento principal	No hay equipos de chapado, sólo se realiza la manufactura y fabricación	Chapado Cu, Ni, Cr. (cromado decorativo)	Baño de inmersión Zn (7m3 baño)	Fabricador Galvanizado Fin de '98 suspensión	Chapado Cu - Ni - Cr Galvanizado Tipo baño y en tambor
Nivel de control • Producción • Calidad	Bien controlado	El nivel más alto	Bien controlado ISO 9001 & 2 (en '94)	Bien controlado	Controlado
Tratamiento de agua Descarga de agua Residuos sólidos Tratamiento de gas de escape	Neutralización 270m3/M Almacenaje- descarga Ningún tratamiento	Bajo estudio 200m3/M descargado Equipos de ventilación.	Sistema de reciclaje No hay aguas residuales Tratamiento de gas de escape	Neutralización 600 - 800m3/M Prensa de filtrado 0.5m3/M ---	Tratamiento simple 250m3/M 150kg/M Tratamiento de gas de escape
Comentario general	No dispone de equipos de recubrimiento	Calidad de operación: la mejor ISO 9000: en 2000	Bien controlado ISO14000: en 2000	Recirculación de agua '99, ISO 9,000: en 2000	Ejemplo de un sistema simple de tratamiento de efluentes

Cuadro 10-5 Perfil de las empresas visitadas (segunda etapa)

Fecha de visita	Febrero 16, 1999	Febrero 18, 1999	Febrero 19, 1999	Febrero 23, 1999
Empresa	A	B	C	MAZDEL
Empleados	140 (Galvano : 10)	340	400 (Galvano : 30)	45 (Galvano : 12)
Producto Producción (año)	Carga para supermercado Cubierta para el refrigerador Juguetes (coches) para niños	Tubo de acero:1/2 – 4 “ Láminas de techo Plástico Cesto/cubo 5,300TM/mes	Tubo de acero:1/4 – 4 “ Estructura de acero Tubo Galvanizado	Emblema de plástico Placa de identificación Recubrimiento de Cu – Ni – Cr sobre plástico
Equipamiento principal	Corte de alambre y tubos Soldado	Corte de rollo Tubería por ERW	Ranurador Curvadora 5 líneas, Tubería por ERW Máquina de formación	Inyección de moldeo ABS : 160 TM max. Producción de moldes Pintura
Chapado	Recubrimiento de Cu, Ni, Cr, Pintura electrostática Ensamblaje	Galvanización de Zc por inmersión en caliente Colgating Formación para estructura	Galvanización de Zc por inmersión en caliente Máquina roscadora	Recubrimiento de Cu, Ni, Cr sobre plástico ABS Sistema de diseño computarizado
Sistema de Tratamiento de agua	Ningún tratamiento	Ningún tratamiento Descarga de agua desde 10 puntos al alcantarillado público 50m ³ /día	Ningún tratamiento: 3 tanques subterráneos de efluentes 2000m ³ /mes	Planificando el sistema de tratamiento de efluentes (24 millones de pesos.) Antes de finalizar 2000. 5m ³ /día
Descarga de agua (m ³ /día)	4 – 5m ³ /día			
Laboratorio	No hay	Análisis químico para acero	Sólo pruebas mecánicas	Equipos de prueba
Observaciones	1. Se ubica en la zona industrial (1.2km ²) 2. Las líneas de chapado están adecuadamente distribuidas.	1. ISO 9002 en 1999 2. Alta tecnología 3. No hay interés por aguas residuales.	1. ISO 9002 en 1999 2. ISO 14000 siguiente paso 3. la recuperación de material residual es su primer interés	1. Se aplica QS-9000. 2. Tecnología de recubrimiento de plástico de España 3. La única empresa de recubrimiento de plástico en Bogotá.

10-1-2 Posición del sub-sector de la industria galvánica en Colombia y en Santa Fé de Bogotá

DAMA muestra especial interés en la contaminación industrial provocada por este sub-sector. Esto es porque, la carga ambiental de las empresas galvánicas es grande según considera ACERCAR. Sin embargo, el informe de esta institución no habla específicamente de la carga ambiental, sino que describe la operación y la tecnología adoptada por la industria, y explica las generalidades de la contaminación ambiental incluyendo la descarga de aguas residuales. En la segunda etapa nuestro estudio, se aclaró que en lo que concierne específicamente a la carga ambiental, sólo disponemos de los datos de DNP (Dirección Nacional de Planificación) –PNUD correspondientes al año 1992, de los que se hablará más tarde.

La carga contaminante emitida por las empresas galvánicas incluye principalmente CN, metales pesados y residuos sólidos (sedimentos producidos en los procesos de chapado y los residuos de las plantas de tratamiento de aguas).

DAMA ha realizado hasta ahora el estudio cuantitativo y cualitativo de las aguas residuales de cada planta. Sin embargo, aún no se ha terminado de procesar y analizar los datos, y no se tienen las informaciones sobre la carga ambiental en Santa Fé de Bogotá. A modo de referencia, sería útil hacer una revisión de los datos recopilados y ordenados a nivel nacional.

De acuerdo con las informaciones de “Contaminación Industrial en Colombia/1992” de DNP-PNUD, el volumen de las aguas residuales descargadas de la industria metalúrgica y siderúrgica colombiana está en 1,200 m³/día (36,000 m³/mes) y la descarga de los residuos sólidos del sector de productos metálicos está en 52 TM/día (1600 TM/mes). Estas cifras son comparativamente menores a otros sectores industriales (menos del 10% del total).

En todo caso, recomendamos a DAMA ordenar los datos actualmente disponibles, para estimar la carga contaminante de las empresas galvánicas en la mayor brevedad posible. El hecho de que el instituto haya seleccionado al sub-sector de la industria galvánica en este estudio se debe a que algunas empresas están descargando los efluentes que contienen alta concentración de CN y de metales pesados. Las empresas que no cuentan con una planta de tratamiento de las aguas residuales, lógicamente descargan los elementos contaminantes a una concentración extraordinariamente elevada. Este problema debe ser discutido y estudiado no solamente desde el punto de vista cualitativo sino también cuantitativo, es decir del volumen de la carga ambiental.

Es por este motivo que DAMA debería apresurar el procesamiento de los datos de dicho parámetro (carga ambiental).

10-1-3 Evolución histórica y perspectivas hacia el futuro

Si bien es cierto que actualmente no disponemos de los datos idóneos que demuestren la evolución histórica del sub-sector, los empresarios y los directores de las empresas visitadas nos han entregado informaciones pertinentes que se resumen de la siguiente manera:

1. Tasa de operación actual

La tasa de operación actual es 30% menor que la época de apogeo, debido a la recesión económica. El horario de trabajo es de 8 horas (de día), y no se trabaja en dos turnos (16 horas) como en la época de apogeo.

2. Reducción del número de las empresas

Los pedidos suelen concentrarse en las grandes empresas.

3. Muchas empresas reconocen la necesidad de instalar el sistema de tratamiento de aguas residuales, pero no pueden concretar el plan por dificultades de índole financiero.

La mayoría de las diez empresas visitadas son grandes, y los empresarios están muy conscientes sobre la importancia de las medidas de descontaminación. En el Cuadro 10-6 se resume la disponibilidad de las plantas de tratamiento de aguas residuales y las futuras perspectivas. Cabe señalar que la mayoría de las empresas que respondieron que planean instalar la planta en el futuro, están todavía en la etapa de estudio, y la viabilidad de los planes es aún muy baja.

Cuadro 10-6 Dotación del sistema de tratamiento de aguas residuales

Compañía Visitada (proceso galvanico)	Agua residual (m3/M)	Sist. de tratamiento en operación	Plan futuro
CHALLENGER (pintura)	700	Neutralización Coagulación Sedimentación	Reciclaje de agua
GUTEMBERGTO (Descaling)	270	Separador de aceite Neutralización	
GALVANOTECNICA (Cu, Ni, Zn, Cr)	250	CN – Oxidación Control de pH	
INDUSTRIA ELECTROQUIMICA (Cu, Ni, Zn, Cr)	200	----	Bajo estudio
RELEC (Cu, Ni, Zn, Cr)	170	----	Bajo estudio
COLOMBIANA de ANODIZADOS (anodización)	120	----	----
ANODIZADOS (anodización)	60	Prueba de operación (reciclaje de agua)	Estudio de mejoramiento
IMEGA (Inmersión Zn)	40	----	Bajo estudio
MECROTEC (Cr duro)	20	Recuperación Cr Reciclaje de agua	Mejoramiento
ACERO ESTRUCTURAL (Inmersión Zn)	0 (?)	Neutralización Reciclaje de agua	----

De esto se deduce que las cargas contaminantes de la industria galvánica no variaría mucho en el futuro próximo.

Por lo tanto, DAMA no sólo debe velar por el cumplimiento de las normas por las pequeñas y medianas empresas (PYME), sino también asumir la tarea de orientarlas, revisar el proceso de recubrimiento con CN, planificar la creación del parque industrial galvánica, etc.

10-2 Situación actual de la tecnología de producción del sub-sector de la industria galvánica

10-2-1 Tendencias y situación actual de la tecnología adoptada por las empresas del sub-sector de la industria galvánica

Las diez empresas visitadas pertenecían a uno de los grupos o sub-grupos clasificados según el proceso adoptado u objetivo que se muestran en el Cuadro 10-1, y en conjunto abarcaban todos los grupos y subgrupos. Por lo tanto, en este apartado se analizarán las técnicas de producción de las empresas visitadas, según esta clasificación.

(1) Recubrimiento electroquímico como revestimiento decorativo y antioxidante

1) Procesos de recubrimiento

En la Figura 10-1 se muestra el proceso de recubrimiento según el tipo de materiales. Tres empresas adoptan procesos similares de recubrimiento, con diferencias menores como forma, condiciones de recepción de materiales (materiales desgrasados).

2) Tendencias y situación actual de las técnicas de producción

(a) Los preparativos para entrar al proceso de recubrimiento incluyen la colocación de los materiales a las herramientas, lo cual se hace manualmente. No sólo en esta fase, sino también en el mismo proceso, se observa bajo grado de automatización por la limitación del espacio físico.

Muy pocas empresas galvánicas de Bogotá han adoptado el sistema automatizado. La automatización del proceso en el futuro no podría ser concretada sin antes modificar la disposición y el sistema de operación vigente.

(b) Las empresas dotadas de tanques del baño de CN están estudiando el reemplazo de los mismos a los tanques de pirofosfato de cobre o de sulfato de cobre, considerando la toxicidad de CN.

Dado que las plantas de tratamiento de aguas residuales requieren de

elevados costos de instalación y operación, los empresarios de las PYMEs juzgan pertinente adoptar algún otro proceso alternativo que no utilice CN, lo cual consideramos ser una decisión muy adecuada. La empresa RELEC, objeto de la auditoría detallada (de la que se hablará más tarde) suspendió el cobreado (chapado con CN) previo al chapado de Ni-Cr a finales de 1998. También desde el punto de vista de la PML, recomendamos utilizar la tecnología "Non-CN".

- (c) Los pequeños objetos como rondanas, muelles, etc. son galvanizados en tambor. Algunas empresas estaban dotadas de tambores de buena operatividad, que han sido diseñados y fabricados propiamente.
- (d) En cuanto a las técnicas de producción, en términos generales, pocas plantas estaban dotadas de un sistema adecuado de tratamiento de gotas. Al respecto se hablará más tarde en el apartado del control de técnicas de producción.

Figura 10-1 Procesos de recubrimiento

(electroquímico para revestimiento decorativo y antioxidante)

1. Recubrimiento de Ni-Cr brillante decorativo sobre base de hierro	2. Proceso de recubrimiento de Ni - Cr sobre base de latón	3. Proceso de galvanización sobre hierro
Eliminación de grasas y aceites	Eliminación de grasas y aceites	Eliminación de grasas y aceites
Lavado	Lavado	Lavado
Lavado ácido y eliminación de óxidos	Lavado ácido	Lavado ácido y eliminación de óxidos
Lavado	Lavado	Lavado
Secado	Secado	Desengrase por álcali
Pulido	Pulido	Lavado
Desengrase con álcali	Desengrase por disolventes	Inmersión en ácido débil
Lavado	Satinado	Lavado
Desengrase electrolítico	Pulido químico	Neutralización
Lavado	Lavado	Galvanización de zinc
Inmersión en ácido débil	Desengrase electrolítico	Lavado
Lavado	Lavado	Cromatado
Neutralización	Inmersión en soda de cianuro	Lavado
Cobreado strike	Lavado	Secado
Lavado	Inmersión en ácido débil	
Cobreado brillante	Lavado	
Lavado	Niquelado	
Niquelado	Lavado	
Niquelado	Cromado	
Lavado	Lavado	
Cromado	Secado	
Lavado		

(2) Recubrimiento electroquímico – cromo duro de uso industrial

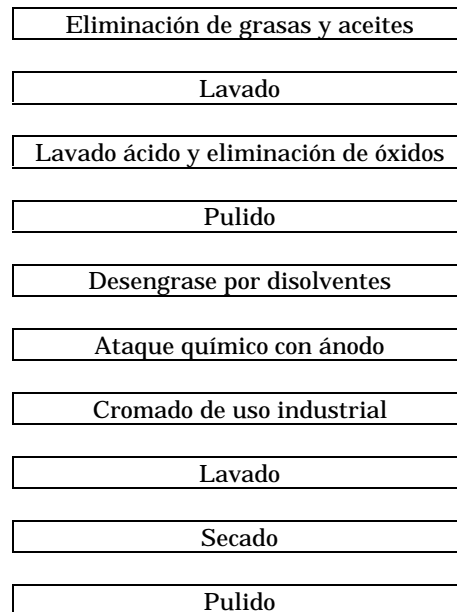
1) Procesos de recubrimiento

En la Figura 10-2 se presenta el diagrama del proceso de recubrimiento.

Una de las empresas visitadas es la más importante en Bogotá dedicada al cromado duro de uso industrial (véase la Figura 10-2).

Figura 10-2 Diagrama de flujo de galvanoplastia (recubrimiento electroquímico – cromo industrial)

Proceso de cromado de uso industrial sobre base de hierro



2) Tendencias y situación actual de las técnicas de producción

Esta empresa presenta un avanzado grado de tecnología desde el diseño del proceso de producción, hasta la recuperación del cromo, incluyendo el tratamiento de la neblina de cromo. Su operación es estable, y en general su nivel tecnológico es sumamente alto no sólo en las técnicas de producción sino en la ingeniería en general.

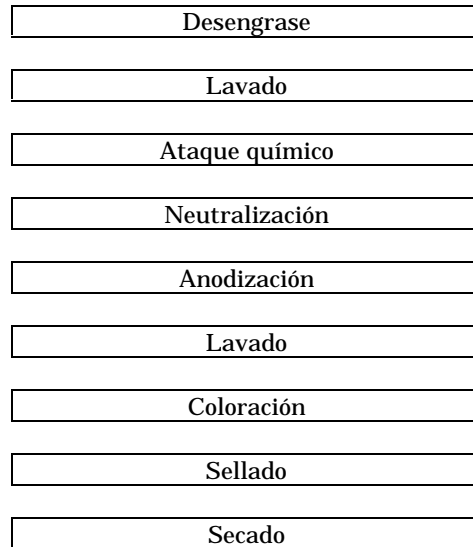
Se dice que existen en la ciudad cinco empresas capaces de realizar el cromado duro de uso industrial. Si bien es cierto que se desconoce el nivel técnico de las empresas no visitadas en el marco del presente estudio, se podría afirmar que la empresa visitada tiene una gran influencia sobre las demás empresas en lo que concierne a sus técnicas de producción.

(3) Recubrimiento electroquímico: anodización

1) Procesos de recubrimiento

En la Figura 10-3 se presenta el diagrama del proceso de anodización. Dos de las empresas visitadas se dedican exclusivamente a la anodización. En el apartado posterior se describe el perfil de una de ellas.

Figura 10-3 Procesos de recubrimiento (Anodización)



- 2) Tendencias y situación actual de las técnicas de producción
- (a) El proceso de anodización se caracteriza por el uso de grandes tanques de procesamiento de 6.5 mts. x 0.7 mts. x 1.5 mts. (profundidad). Esto es porque en Colombia se establece en 6 mts. el largo estándar de aluminio a ser anodizado.

Las dos fábricas estudiadas ataban manualmente en forma paralela las piezas de aluminio de 6 mts. de largo con el uso de alambres de aluminio para tener materiales de 6 mts. x 1 mt. Estos materiales son trasladados con el uso de grúa hasta los corredores (de madera), en forma manual.

La distribución de los tanques es sencilla, tal como se muestra en la Figura 10-3. Estos tanques están dispuestos en orden del proceso, lo cual permitiría automatizar fácilmente los trabajos.

Las dos empresas visitadas son grandes empresas de la ciudad, y si en ellas todavía los procesos no están automatizados, con menos razón lo estarían en otras empresas pequeñas (aproximadamente veinte). Por lo tanto, se concluye que el grado de automatización es aún bajo en este sector.

- (b) Los tanques grandes emiten mayor cantidad de humo en los procesos de desengrase, ataque químico y neutralización, y la saturación de este humo

deteriora el ambiente de trabajo. Por lo tanto, se recomienda mejorar la ventilación de los lugares de trabajo, y al mismo tiempo, continuar estudiando la posibilidad de automatizar los procesos, tal como se describió anteriormente, o introducir el sistema de telecomando.

- (c) Tal como se muestra en el diagrama de proceso en la Figura 10-3, existen dos líneas de lavado. Se recomienda neutralizar el agua de lavado en estas dos líneas, y crear un sistema de circulación de agua, a modo de ahorrar el uso de este recurso, y por ende el costo de operación, a la par de reducir el volumen de descarga de las aguas residuales fuera de las plantas. Esta constituiría una medida clave para la prevención de contaminación.

La empresa visitada ya ha realizado la experimentación de este sistema de circulación, y se ha puesto en marcha desde 1999, con tecnología propia y la asistencia técnica de ACERCAR (los detalles se describen en el apartado correspondiente a la Auditoría Detallada).

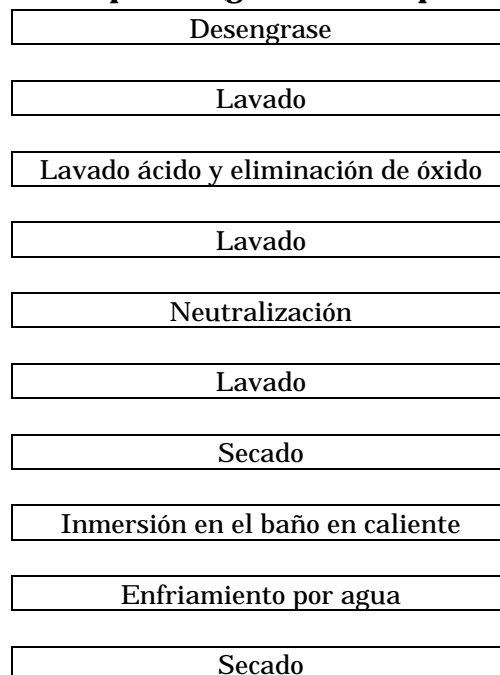
(4) Galvanización por inmersión en caliente

1) Proceso de galvanización

En la Figura 10-4 se presenta el diagrama de proceso de galvanoplastia.

Las dos empresas visitadas son fabricantes de armazón y estructuras de hierro, y poseen grandes plantas.

Figura 10-4 Diagrama de proceso (galvanización por inmersión en caliente)



2) Tendencias y situación actual de las técnicas de producción

Por ser fabricantes, la sección de maquinado está dotada de múltiples máquinas, que operan de manera sumamente eficiente. Como se muestra en la Figura 10-4, los procesos del lavado ácido y de la eliminación de óxido de estas empresas se asemejan a los de las empresas galvánicas comunes. Sin embargo, el método del recubrimiento en sí es muy diferente, puesto que aquí el proceso consiste en sumergir los materiales a trabajar en el tanque de zinc fundido.

Una de las empresas visitadas actualmente está remodelando la planta para automatizar todos los procesos desde el desgrasado hasta el lavado y secado. Esta empresa está dotada del sistema de circulación del agua de lavado, lo que le permite minimizar la descarga de las aguas residuales fuera de la planta.

La otra empresa también se encuentra estudiando la posibilidad de crear el sistema de circulación similar, y se propone poner en marcha en mayo de 1999.

(5) Pintado en caliente

1) Diagrama de proceso

En la Figura 10-5 se presenta el diagrama de proceso del pintado en caliente.

Tal como se observa en el diagrama del proceso de la Figura 10-5, los procesos de lavado ácido y eliminación de óxido es idéntico a la galvanización por inmersión en caliente descrita anteriormente. Aquí se trabajan las chapas de acero; el lavado ácido y la eliminación de óxido constituyen el proceso de tratamiento previo al pintado.

De los dos fabricantes visitados, uno era de artefactos eléctricos y el otro de partes de maquinaria; ambos son empresas importantes de la ciudad.

Figura 10-5 Diagrama de proceso (pintado en caliente)

El proceso es similar al de galvanización de zinc por inmersión en caliente

Desengrase

Lavado

Lavado ácido y eliminación de óxido

Lavado

Neutralización

Pintado

2) Tendencias y situación actual de las técnicas de producción

Ambas empresas son grandes y poseen alto nivel tecnológico en la producción, a juzgar del tipo de las máquinas herramienta que poseen.

Las dos empresas han desarrollado sus propias técnicas de lavado ácido y eliminación de óxido sobre la base de múltiples experimentos realizados.

Una de ellas, como se muestra en la Figura 10-5, está tratando de manera concentrada las aguas residuales colectadas de los diferentes procesos, y se propone utilizar el agua de circulación en un futuro cercano. Mientras tanto, la otra empresa cuenta con un gran sistema que reduce la concentración del ácido (H_2SO_4) del tanque de lavado ácido, y neutralizar aplicando NaOH.

Por lo tanto, se concluye que la tecnología del lavado ácido y de eliminación de óxido es avanzada en ambas empresas.

10-2-2 Tendencias del Japón y de otros países

La tecnología de galvanoplastia sigue desarrollándose a medida que progresa los diferentes sectores de la industria. El desarrollo se da en dos niveles: uno en los campos de aplicación y el otro en los materiales que se trabajan. Las empresas galvánicas de Bogotá han venido desarrollando las técnicas de operación respondiendo a la demanda del mercado y las exigencias de calidad. Es importante conocer de antemano las tendencias tecnológicas hacia el futuro.

En este apartado, describiremos la tecnología de la galvanoplastia de los países industrializados desde dos puntos de vista: (1) aplicación de los productos galvanizados, y (2) ampliación de los materiales a galvanizar. Particularmente, con respecto al segundo punto, el recubrimiento de los plásticos será una tecnología indispensable en los próximos años para las empresas de la ciudad. Dado que varias empresas estaban interesadas al respecto, entregamos aquí una descripción detallada.

Nota) Una de las empresas objeto de seguimiento en la segunda etapa del estudio era la única empresa que realiza recubrimiento de plástico en Colombia. Se dedica a la producción de emblemas de los automóviles. Su nivel tecnológico es alto y se daba un control riguroso de calidad.

(1) Aplicación de los productos galvanizados

En esta sección, entregamos una breve reseña sobre la aplicación de la tecnología galvánica en la electrónica y en las partes de precisión.

1) Aplicación en la electrónica

A modo de dar un ejemplo representativo, a continuación se describe la tecnología de cobreado, dorado y plateado. También se aplica la galvanoplastia del rodio metálico, platino, paladio en la electrónica.

(a) Cobreado

El cobreado de uso industrial juega un rol de primordial importancia en los diferentes campos de la industria por su funcionalidad. Tal es el ejemplo del recubrimiento de agujeros pasantes (through-hole) indispensable en los tableros de circuito impreso multicapas. De no haber la tecnología de cobreado de los agujeros pasantes, la microelectrónica no sería lo que hoy es, ni tampoco sería posible fabricar los diferentes artefactos compactos y ligeros.

El cobreado industrial se clasifica como se muestra en el Cuadro 10-7, según el tipo de baño que se utiliza. Dado que del tipo de baño dependen las propiedades físicas del recubrimiento, se debe seleccionar los baños según las utilidades que se quieren dar a los productos.

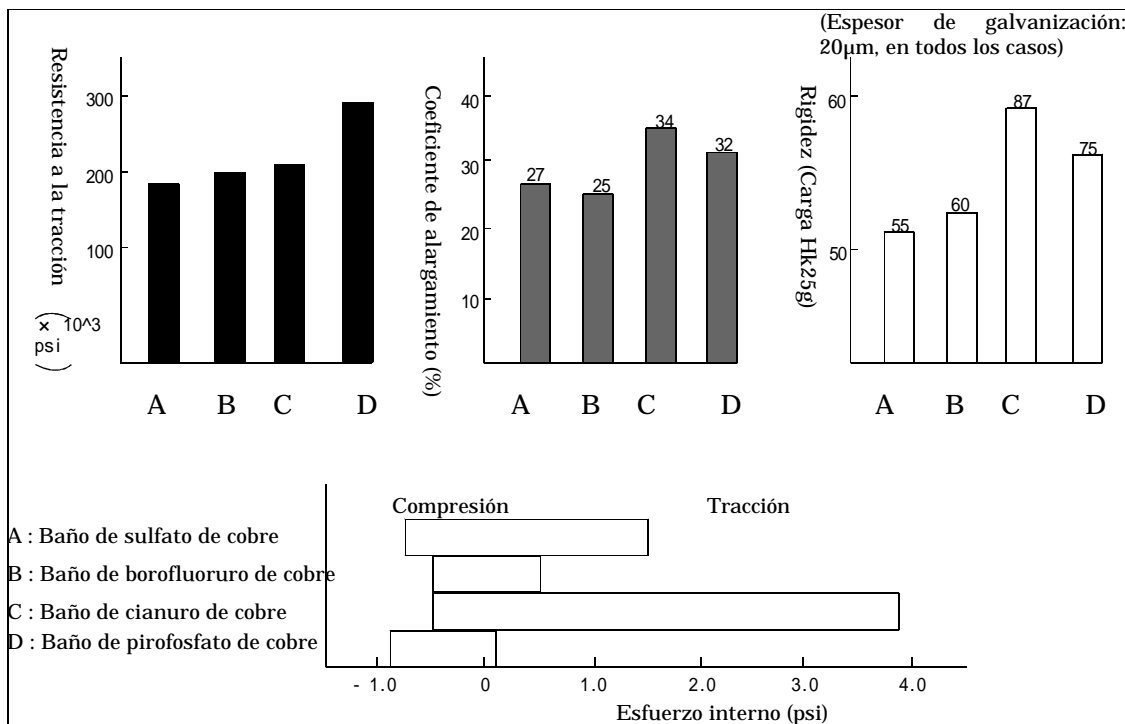
Cuadro 10-7 Tipo de baños de cobreado, propiedades de recubrimiento y utilidades

Tipo de baños de cobreado		Propiedades de recubrimiento	Principales utilidades
Baño ácido	Baño de sulfato de cobre	Se destaca por su brillo y alisamiento. El recubrimiento es blando. Gracias al mejoramiento de los aditivos, las propiedades son cada vez superiores.	Recubrimiento de agujeros pasantes, electroformación, cilindro de impresión, prevención de carburación, y base del recubrimiento de plásticos
	Baño de fluoruro de cobre y boro	Permite realizar el recubrimiento a alta velocidad. El porcentaje de alargamiento del recubrimiento es el mínimo.	Electroformación y cilindro de impresión
Baño álcali	Baño de cianuro de cobre	Permite trabajar directamente el fundido a presión de hierro y zinc. Presenta buen brillo y alisamiento.	Strike-plating; galvanización de base (antioxidante). La galvanoplastia mate sirve para la prevención de carburación o galvanoplastia espesa de uso industrial
	Baño de pirofosfato de cobre	Presenta alto poder de deposición, y la estructura cristalina del recubrimiento es densa. La resistencia a la tracción y el coeficiente de alargamiento son buenos también. La pérdida de la corriente de alta frecuencia es la mínima.	Tubo de onda, galvanización de agujeros pasantes, electroformación
Baño de cobre por vía química		Permite galvanizar los aisladores. Independientemente a su forma, el espesor es uniforme, y es de fácil control de espesor de recubrimiento.	Recubrimiento de agujeros pasantes, bases de galvanización de plásticos

Los circuitos electrónicos de alta densidad, como su nombre lo indica, consisten en integrar los diferentes LSI (circuito integrado de alto grado de integración) sobre los tableros de circuito impreso multicapas. Para ello, es indispensable que los circuitos sean de cobreado que son poco vulnerables a la dilatación del tablero complejo a efectos del calor emitido por los componentes electrónicos. En otras palabras, dado

que el coeficiente de expansión térmica del tablero de resina es considerablemente mayor al de la capa de cobreado, se presentan graves problemas como grietas, desprendimiento o corte de la capa de cobre por el calor producido. Para evitarlo, se necesita la capa cobreada cuya resistencia eléctrica es la mínima, y el coeficiente de alargamiento es alto, además que es capaz de controlar la dilatación del tablero de resina (resistencia a la tracción). A modo de referencia, en la Figura 10-6 se muestra la comparación de las propiedades físicas del recubrimiento obtenido de los diferentes baños galvanoplásticos

Figura 10-6
Propiedades físicas de los recubrimientos según el tipo de baños (ejemplo)



antes de aplicar los aditivos. Dado que las cifras varían substancialmente dependiendo de las condiciones de deposición, así como del espesor del recubrimiento, del método de medición, etc., los datos deben ser considerados como referencia para hacer un estudio comparativo. Gracias al mejoramiento de calidad de los aditivos del baño de sulfato de cobre, se ha logrado obtener productos que presentan resistencia a la tracción y el coeficiente de alargamiento que igualan a los productos obtenidos del baño de pirofosfato de cobre. Estos productos ya se aplican en los diferentes campos industriales.

Los requisitos que deben cumplir las capas de cobreado en el recubrimiento de los agujeros pasantes son:

1. Adherencia homogénea
2. Alto coeficiente de alargamiento y resistencia a la tracción de la capa
3. Buen grado de preservación (en caso de no aplicar galvanoplastia de soldadura)
4. Facilidad de soldar
5. Buen grado de resistencia a golpes, etc.

En cuanto a la conductividad eléctrica, es importante que la resistencia de contacto sea mínima.

El cobreado, además de lo anterior, se destaca por su buena conductividad térmica (94% de plata). Existen hoyas o sartenes de acero inoxidable con la superficie de fondo (que se pone directamente sobre el fuego) galvanizado con cobre para mejorar la distribución del calor, dado que la conductividad térmica del acero inoxidable es sumamente reducida (4% de la plata).

(b) Dorado

El dorado de uso industrial cumple un rol funcional sumamente importante en la industria de semiconductores. En el Cuadro 10-8 se resumen el uso industrial y las propiedades del dorado.

El dorado, en la mayoría de los casos, es aprovechado en forma de aleación de oro que contiene algún porcentaje de otros metales, además del oro. Es cierto que para los cabezales de CI, espigas, bastidores de conductores, etc. se utiliza el oro puro (con una pureza de más de 99.7%); sin embargo, en la mayoría de los casos se utiliza el dorado duro en el que se deposita de 0.1 a 8% de níquel, plata indio, cobalto u otros metales, para dar mayor rigidez o resistencia a la abrasión. En comparación al dorado puro, al aplicar el níquel y cobalto, la dureza es dos veces mayor y la resistencia a la abrasión.

Para los componentes electrónicos como contactos y terminales, actualmente se utiliza predominantemente el dorado duro de segunda clase con un espesor de recubrimiento de menos de $2\mu\text{m}$. La tendencia es reducir cada vez más el espesor ($1\mu\text{m}$ ó $0.5\mu\text{m}$).

Cuadro 10-8 Aplicación industrial y utilidad del dorado

Campos	Aplicaciones	Utilidades
Electrónicas y semiconductores	Contactos, terminales, conectores, pernos, llaves rotativas, bastidores de conductores, cabezales de CI, sistemas de transistor y otras partes electrónicas	Conductividad eléctrica, baja resistencia de contacto, resistencia a corrosión, facilidad de soldar, resistencia a abrasión (en contactos deslizantes)
Circuitos de microondas	Tubos de ondas	Alisamiento, alto rendimiento en alta frecuencia
Copiadoras	Reflectores	Reflejo de luz

(c) Plateado

Al igual que el dorado, el plateado es una técnica de galvanoplastia indispensable en la industria electrónica. Es menos costoso que el oro, pero presenta la más alta conductividad eléctrica, por lo que su aplicación es amplia.

Actualmente, el plateado es utilizado en las dos modalidades siguientes:

1. Niquelado brillante de los conectores, terminales e interruptores (plata dura de Hv100~150)
2. Galvanoplastia mate (o semimate) de gran pureza de los sistema de transistor, bastidores de conductores de IC (plata blanda)

El segundo es utilizado como alternativa al dorado, por lo tanto, debe satisfacer una serie de requisitos exigentes.

En el Cuadro 10-9 se muestra el uso industrial y la utilidad del plateado.

El plateado presenta muy frecuentemente decoloración por los efectos de la sulfurización, debiendo ser sometido a un tratamiento especial después del recubrimiento. Para los conectores eléctricos, se da mayor preferencia al revestimiento de aceite (petrolado blanco) que el tratamiento cromático para no alterar las propiedades de plata.

Cuadro 10-9 Aplicación industrial y utilidad del plateado

Campo	Aplicaciones	Utilidad
Aparatos eléctricos pesados	Interruptores de circuito (de 40 a 80µm), electrodos móviles como interruptores al aire, cut-out (de 15 a 25µm), terminales aisladores, terminales de transformadores, barras colectoras de los tableros de distribución y general (de 1 a 10µm), contactos de los interruptores (de 1 a 10 µm), arcos de soldadoras, electrodos de soldadura a tope con arco, etc.	conductividad eléctrica, baja resistencia de contacto, facilidad de soldar
Aparatos eléctricos débiles	Interruptores, contactos, terminales, conectores (de 5 a 10µm), bastidor de conductores, espigas	Conductividad eléctrica, facilidad de soldar, baja resistencia de contacto.
Aeronaves	Cojinetes e inter-uniones. Se aplica en los tornillos y pernos bajo alta temperatura	Lubricidad, Prevención del pegado (resistencia al calor)
Circuito de microondas	Tubos de onda (banda de ondas milimétricas)	Alisamiento, propiedades a la alta frecuencia?

2) Aplicación en las partes de precisión

En esta sección, describiremos la aplicación representativa del niquelado y del niquelado por vía química.

(a) Niquelado

En el Cuadro 10-10 se presenta la clasificación del niquelado según el uso industrial.

El niquelado semimate o mate obtenido por el baño tipo Watts es utilizado en vastos campos de la industria como la base de la galvanoplastia.

Por ejemplo, todos los componentes electrónicos como los conectores, interruptores y terminales, etc. que son recubiertos de oro, estaño o rodio, tienen como base una capa de niquelado de $7\mu\text{m}$ de espesor, para mejorar la adhesión con el material base, o dar mayor resistencia a la corrosión. Lo mismo ocurre con los bastidores de semiconductores. Particularmente, al aplicar la base de niquelado de un espesor de 0.1 a $0.3\mu\text{m}$ al acero inoxidable y otros aceros especiales, aumenta substancialmente la adherencia, a tal grado que la calidad no altera aún en la prueba del choque térmico donde se alternan las temperaturas de -60°C y $+150^\circ\text{C}$ repetidas veces.

Los tipos de las impresoras de las computadoras con una capacidad de imprimir 3,000 letras por minuto, están hechos por lo general de plástico, recubierto por multicapa de cobreado – niquelado por vía química ($20\mu\text{m}$) – cromado microfisurado ($20\mu\text{m}$). En este caso, el niquelado incrementa la adhesividad y la resistencia mecánica, y absorbe el impacto.

Cuadro 10-10 Aplicación industrial del niquelado

Tipo de baños	Aplicación industrial
Electrodeposición	
Baño tipo Watts	Sirve de base de diversos tipos de galvanoplastia de uso industrial, mejorando la adhesión con el material base y la resistencia a corrosión (desde strike-plate de $0.1\mu\text{m}$, hasta galvanoplastia intermedia de 20 a $30\mu\text{m}$). Aplicación: espigas y caps de los componentes de semiconductores, etc. Facilita la soldadura y la unión de materiales.
Baño de ácido sulfámico	Generalmente, es aplicado para la galvanoplastia de gran espesor como recargue. Asimismo, es indispensable como baño de electroformación para la fabricación de los estampadores de datos, diferentes tipos de matrices de moldeo, fuelles metálicos, etc.
Baños galvanoplásticos por vía química	Para la aleación de níquel-fósforo o níquel - boro. Permite obtener capas de espesor uniforme, cual fuese la forma del material, por lo que se aplica para la fabricación de componentes de precisión. Es duro y resistente a la corrosión. Las propiedades eléctricas también son buenas.
Galvanoplastia especial	
Niquelado por dispersión	También se denomina galvanoplastia compuesta. Consiste en el recubrimiento de níquel que contiene partículas finas dispersas de cerámica o de otros materiales. Permite elevar la resistencia a la abrasión, lubricidad y facilita la coloración.
Galvanoplastia de níquel-cadmio por difusión	Consiste en niquelado recubierto de cadmio, que es sometido a una temperatura de 300°C para difundir el níquel y cadmio. Por su resistencia a alta temperatura (500°C aprox) y a sales, se aplica en los componentes de los motores de chorro.

(b) Niquelado por vía química

a) Metalizado de aleación de níquel y fósforo

El metalizado de aleación de níquel y fósforo (de 5 a 13%) es el tipo más representativo del niquelado por vía química. Este ha venido expandiendo su mercado gracias al incremento de las fábricas que lo aplican. El metalizado de aleación de níquel y fósforo se caracteriza por la homogeneidad del espesor de la capa, cualquiera que sea la forma del material que se galvaniza. Además, sus propiedades mecánicas, eléctricas y físicas han sido altamente apreciadas, y aplicadas en vastos campos de la industria. Existen diversos baños galvanoplásticos para dar a los productos las propiedades óptimas según su aplicación.

En el Cuadro 10-11 y 10-12 se resumen las propiedades físicas del recubrimiento del metalizado de aleación de niquelado por vía química y fósforo, y su aplicación, respectivamente.

Si bien es cierto que el niquelado por vía química es aplicable a diversos tipos de materiales metálicos, plásticos y cerámicos, etc., es importante tomar nota que no es aplicable para algunas pocas excepciones, como son el estaño, plomo, zinc, cadmio y antimonio. Estos son metales que obstaculizan la catálisis durante la deposición, por lo que se requiere evitar la mezcla en el baño.

Cuadro 10-11 Propiedades del metalizado de aleación de níquel-fósforo por vía química

Composición química	Ni: de 90 a 92%, P: de 8 a 10%
Textura	Amorfa en deposición. Toma la forma de cristal después del tratamiento térmico, presentando endurecimiento estructural.
Peso específico	En deposición: 7.9; Al calentar a más de 400°C : 7.8
Temperatura de fusión	890°C
Resistencia eléctrica	60μ /cm/cm2, Al calentar a más de 400°C: se reduce la resistencia eléctrica a menos de 1/3.
Coefficiente de expansión térmica	13 x 10-6cm/cm*sec*°C
Conductividad térmica	De 0.0105 a 0.0135 cal/cm*seg*°C
Resistencia a la abrasión	Más resistencia que la electrodeposición. Después del tratamiento térmico a 650°C, puede ser más resistente que el cromo duro, dependiendo de la aplicación.
Magnetismo	No magnético en estado de deposición. Adquiere magnetismo con el tratamiento térmico.
Homogeneidad	Alto grado de homogeneidad, cualquiera que sea la forma del material. La precisión es de ±10% ó menos.
Poder adherente	Muy alto
Resistencia al calor	Es útil para prevenir la generación de capa de óxido en la superficie por los efectos de la oxidación a alta temperatura.
Resistencia a la corrosión	Igual o mejor que el níquel puro.
Dureza	En estado de deposición: de 500 a 550Hv Con tratamiento térmico a 400°C: de 800 a 1,000Hv.

Cuadro 10-12

Aplicaciones y objetivos del metalizado de aleación de níquel-fósforo por vía química

Sector industrial	Aplicaciones	Objetivos
Industria automovilística	Frenos de disco, pistones, cilindros, cojinetes, engranajes de precisión, ejes de rotación, levas, válvulas, interior de los motores	Dureza, resistencia a la abrasión, prevención de agarrotamiento, resistencia a la corrosión, precisión, etc.
Industria electrónica	Conectores, ejes, empaques, resortes, tornillos, tuercas, magnetos, resistores, espigas, componentes de las computadoras, componentes electrónicos, etc.	Dureza, precisión, resistencia a la corrosión, facilidad de soldar, etc.
Equipos de precisión	Componentes de las copiadoras, equipos ópticos, relojes	Precisión, dureza, resistencia a la corrosión, etc.
Aeronaves y buques	Equipos hidráulicos, componentes de los sistemas eléctricos, hélices, motor, válvulas, tuberías, etc.	Resistencia a la corrosión, dureza, resistencia a la abrasión, precisión, etc.
Industria química	Válvulas, bombas, válvulas de fluctuación, líneas de conducción, interior de las tuberías, tanques de reacción, termocambiador, etc.	Resistencia a la corrosión, prevención de contaminación, prevención de oxidación, resistencia a la abrasión, precisión, etc.
Otros	Matrices, componentes de las máquinas herramienta, componentes de equipos de vacío y de equipos textiles, etc.	Dureza, resistencia a la abrasión, desmoldeo, precisión, etc.

b) Otros tipos de niquelado por vía química

Al agregar el boro al metalizado de aleación con base de níquel-fósforo, a una relación adecuada, se puede obtener productos de propiedades sorprendentes, capaces de resistir temperaturas de 400 a 700°C, y sumamente duro (Hv1,160 al tratar con temperaturas de 500 a 600°C durante una hora.

Recientemente, el niquelado por vía química es aplicado en las carcasas de las computadoras para proteger el usuario contra el electromagnetismo. Esta técnica consiste en aplicar el cobreado por vía química en la base para prevenir la generación de los ruidos electromagnéticos de los equipos electrónicos, a la par de absorber los ruidos del exterior.

(2) Ampliación de la aplicación de galvanoplastia

1) Galvanoplastia de plástico

La galvanoplastia de plástico, al igual que las demás técnicas de galvanoplastia, se ha visto substancialmente desarrollada en los últimos años, llegando a ser industrializada completamente gracias a la aparición de la resina ABC y el desarrollo de las técnicas del ataque químico. La electrodeposición protege los plásticos contra la degradación a efectos del rayo ultravioleta, a la par de mejorar sus propiedades mecánicas, resistencia al impacto y a la tracción. Además, incrementa la resistencia térmica y previenen la electrización. Sin embargo, más que nada es ampliamente aplicada porque da al plástico mejor apariencia y sensación de metal, incrementando su valor comercial y económico. Recientemente, la investigación en este campo se concentra en la industrialización de los plásticos altamente tecnológicos como el policarbonato, poliacetal, poliamido, etc., que

presentan alta resistencia térmica y capacidad de absorción de impactos. En este apartado, describiremos sobre la galvanoplastia de las resina ABS, producto muy difundido e industrializado en los últimos años.

(a) Tratamiento preliminar

Si bien es cierto que existen diversos métodos de tratamiento preliminar, aquí se entregan los procesos particularmente importantes en la electrodeposición para el revestimiento de los plásticos.

a) Ataque químico (tratamiento superficial)

La resina ABC es la mezcla de acrilonitrilo (A), butadieno (B) y estireno (S). El poder adherente de la resina ABC con galvanoplastia química se debe al efecto de anclaje del recubrimiento superficial metálico que se obtiene al deponer el metal a los poros de butadieno producidas por la oxidación. Por lo tanto, el ataque químico tiene por objetivo producir poros mediante la oxidación por ácido crómico. A continuación se presenta la composición del baño más representativo:

1. Anhídrido de ácido crómico : 30g/l
Acido sulfúrico: 540ml/l, en algunos casos se sustituye el 20% del ácido sulfúrico con el ácido fosfórico; temperatura: de 60 a 65°C
2. Anhídrido de ácido crómico: 350g/l
Acido sulfúrico: 200ml/l, ácido crómico trivalente: menos de 20g/l; temperatura: de 60 a 65°C

Generalmente, para el tanque de ataque químico se utiliza un tanque de acero dulce recubierto de plomo. La vida útil del baño de ataque químico, es por lo general, hasta que la concentración del cromo trivalente llega a 30g/l. Por tal motivo, se utiliza la celda diafragmática para mantener la cantidad idónea del ácido crómico trivalente.

b) Activación

La superficie atacada químicamente debe ser activada. Como métodos más prácticos se mencionan el proceso de sensibilizador - activador y el proceso catalítico.

1. Proceso de sensibilizador - activador: El sensibilizador es una solución acuosa de protocloruro de estaño y del ácido clorhídrico que hace absorber los iones de estaño que tienen alto poder reductor sobre la superficie químicamente atacada. La composición del líquido y las condiciones de uso generalmente aplicadas son las siguientes:

Protocloruro de estaño	De 1 a 40g/l
Acido clorhídrico (35 vol.%)	De 1 a 40ml/l
Temperatura	De 25° a 35°C

Se recomienda dejar el sensibilizador un día entero, antes de utilizar.

El activador es una solución de cloruro de paladio y ácido clorhídrico, y el proceso consiste en hacer absorber el metal que sirve de catalizador en la electrodeposición. El metal más usado actualmente es el paladio. El proceso se aplica a los metales preciosos. La composición del líquido y las condiciones de uso son las siguientes:

Cloruro de paladio	De 0.1 a 0.3g/l
Acido clorhídrico (35 vol.%)	De 1 a 3ml/l
Temperatura	De 30° a 40°C

El activador es fácil de controlar, y puede ser utilizado inmediatamente después de su preparación. Su vida útil es larga, y sólo es necesario complementar el cloruro de paladio faltante. Sin embargo, cuando la concentración del ácido clorhídrico es alta, no se precipita la galvanoplastia química.

2. Proceso catalítico: El líquido catalizador es la integración del sensibilizador y activador. Normalmente, se utiliza la solución coloidal de protocloruro de estaño y del cloruro de paladio. La composición y las condiciones de uso son las siguientes:

Cloruro de paladio	De 0.1 a 0.3g/l
Protocloruro de estaño	De 10 a 20g/l
Ácido clorhídrico (35 vol.%)	De 200 a 250ml/l
Temperatura	De 30° a 40°C

La preparación del líquido catalizador consiste en preparar primero la solución coloidal de reserva de del protocloruro de estaño y cloruro de paladio, que luego debe ser diluida con la solución del ácido clorhídrico para ser utilizada.

(b) Galvanoplastia química

a) Cobreado químico

El cobreado químico es la base más utilizada para la electrodeposición. Su principio consiste en deponer el cobre metálico de los iones de cobre con el uso del reductor. El líquido de cobreado químico más básico está compuesto por el sulfato de cobre (como sal metálico), formol (reductor), sal Rochelle (complexante), soda cáustica (álcali).

La composición del baño más representativa es la siguiente:

Sulfato de cobre	De 5 a 15g/l
Sal Rochelle	De 20 a 25g/l

Formol (37 vol.%)	De 8 a 12ml/l
Soda cáustica:	De 5 a 12g/l
Temperatura	20°C

b) Niquelado químico

La calidad del baño del niquelado químico también ha sido mejorada gracias al desarrollo de la tecnología de recubrimiento de plásticos. Existe el líquido de niquelado químico en frío, que al igual que el cobreado químico, es aplicado sobre los aisladores para dar conductividad eléctrica. El principio del niquelado químico consiste en deponer el níquel metálico de los iones de níquel con el uso del reductor. El reductor más comúnmente utilizado es el hipofosfito de sodio. La composición más representativa del baño es la siguiente:

1. Baño ácido

Sulfato de níquel	20g/l
Acetato de sodio	5g/l
Hipofosfito de sodio	10g/l
Citrato de sodio	5g/l
pH	de 8 a 9
2. Baño alcalino

Sulfato de níquel	20g/l
Citrato de sodio	30g/l
Hipofosfito de sodio	15g/l
Soda cáustica	5g/l
Temperatura	de 30° a 4°C

La reducción del pH es regulada mediante la adición de la solución de soda cáustica o amonio acuoso. Dado que para el recubrimiento de níquel, se aplica el hipofosfito de sodio, contiene fósforo a una concentración de 5 a 10%.

(c) Electrodeposición (recubrimiento electroquímico)

La electrodeposición es un proceso que sigue a la galvanoplastia química. Lo importante en este paso es la selección de materiales de la primera capa que cubre la galvanoplastia química, mientras que los demás pasos son iguales a otro tipo de galvanoplastia metálica. Por lo general, la galvanoplastia química es cubierta por una capa de sulfato de cobre. Si se utiliza el cianuro de cobre, se produce el pandeo. Tampoco se recomienda aplicar el pirofosfato de cobre, por su mala adherencia. Para el sulfato de cobre brillante, se debe utilizar el ánodo desoxidante con fósforo y

mantener la temperatura a menos de 25°C.

Actualmente, la galvanoplastia de sulfato de cobre brillante requiere de un espesor interno y externo de aproximadamente 15 μ por su nivelación y brillo. Al juzgar de la prueba cíclica de temperatura, es preferible que la capa tenga un determinado espesor puesto que el cobreado es capaz de absorber los golpes.

Como galvanoplastia ornamental, se utiliza la galvanoplastia de níquel y cromo. En el caso de requerir elevada resistencia a la corrosión, o cuando se utiliza el producto en un entorno altamente corrosivo, para evitar que se genere el producto de corrosión de cobre de color azul verdoso, se requiere un espesor de más de 10 μ del níquelado brillante. Asimismo, es útil aplicar el níquelado doble o triple.

2) Recubrimiento metálico de vidrios de alta eficiencia

Se ha desarrollado la tecnología de níquelado por vía química que se aplica directamente a los vidrios de alto rendimiento de cuarzo, borosilicato (Pyrex) y de soda, etc. para unirlos con otros metales o cerámicas, sin alterar sus propiedades. Esta técnica es también aplicada para formar electrodos o circuitos sobre la superficie de los vidrios.

Tradicionalmente, para el recubrimiento de la superficie de vidrios se utilizaban los métodos de galvanoplastia en seco como la deposición en vacío o de la deposición catódica; sin embargo, este método presentaba problemas ya sea por la mala adherencia con el vidrio o por el elevado costo de procesamiento. Tampoco permitía trabajar con materiales de forma irregular como agujeros pasantes, interior de las tuberías, etc. Mientras tanto, el método moderno permite unir químicamente el vidrio y el recubrimiento sin necesidad de atacar la superficie del vidrio, es decir, sin recurrir a la unión mecánica.

El método consiste en purificar y humedecer la superficie del vidrio, realizar un tratamiento especial para mejorar la unión química y la reactivación catalítica, y aplicar directamente el níquelado por vía química preparado especialmente para el material de vidrio. Posteriormente, se aplica el recubrimiento galvánico adecuado, según la utilidad que se quiere dar al producto, ya sea por vía química o por electrólisis.

Se aplica, por ejemplo, para el recubrimiento níquel-oro del interior y exterior de los tubos de pyrex como elemento del sensor de presión, o el níquelado por vía química en el perímetro de las fibras ópticas de cuarzo.

3) Recubrimiento de fibras

La tecnología de galvanoplastia a los materiales de base especiales es uno de los

temas de investigación que muchas empresas e institutos públicos están abordando hoy en día. El desarrollo nos permite ahora recubrir las fibras de poliéster, acrílico, carbón, algodón, etc.

Existen compresas húmedas de uso médico, mantas y alfombras eléctricas, paneles calefactores para animales, abrigos y ropas de trabajo en tierras frías, etc. preparados con fibras niqueladas, a las que se introduce la corriente eléctrica a baja tensión (de 2 a 30V) con el uso de pilas o baterías secas, baterías solares, etc.

También merece mención el mandil protector de ondas electromagnéticas como una aplicación especial. El producto sirve para reducir de 1/1,000 a 1/10,000 de las ondas electromagnéticas para proteger a los usuarios de los equipos automatizados de oficina.

4) Recubrimiento de partículas finas

Es un proceso de recubrimiento por inmersión directa de los polvos finos (de menos de 10 μ m de diámetro) de cerámica de alúmina tungsteno, carbón, etc., y es aplicado en los polvos metalizados de la estampación con estarcido, aleación sinterizada, paquete de CI, etc. Se puede aplicar el Cu, Ni y Au.

5) Recubrimiento de cerámica

El rociamiento de plasma o PVD es una técnica de recubrimiento cerámico sobre metales. Este método consiste en recubrir los metales con cerámicas mediante electrodeposición y cocción. Se denomina galvanoplastia cerámica por su semejanza a la electrodeposición, porque introduce la corriente eléctrica en la solución para recubrir con cerámica los metales (objetos) anodizados.

Al igual que en el caso de aluminio, la clave de este proceso es anodizar el metal introduciendo la corriente para dar formación al recubrimiento en estado pasivo y utilizar el silicato como solución.

Por la electrólisis, se consigue la pasivación de la superficie ánodo y ocurre la electrización y la descarga de plasma. El silicato atraído al ánodo es cocido y se convierte en cerámica.

Dada la alta adhesividad del recubrimiento depositado, y la facilidad de coloración y procesamiento posterior, se aplica en múltiples campos desde materiales de pared, etc. hasta los artículos de cocina. Asimismo, es aprovechado por sus propiedades en el rayo infrarrojo lejano. El espesor del recubrimiento puede llegar hasta 50 μ m.

10-2-3 Problemas de técnicas de producción

En este estudio hemos visitado a un total de 10 empresas de la industria galvanica

(incluyendo pintura). Después de diagnosticar las plantas de producción, hemos detectado algunos problemas técnicos, que describiremos a continuación.

Es importante tener en cuenta que todos los problemas que se indican, conciernen en mayor o menor medida a la contaminación industrial.

(1) Saturación de gas (humo) de olor irritante en los lugares de trabajo

Los gases irritantes (humos) que se producen en los procesos de galvanoplastia son, entre otros, los siguientes:

1. Gas producido del proceso de lavado de álcali para el desengrasamiento ... contiene NaOH.
2. Gas producido del lavado ácido en la desincrustación... contiene HCl o H_2SO_4 .
3. Gas producido del lavado neutralizado después de los procesos anteriores... contiene HCl, H_2SO_4 o HNO_3 .
4. Gas producido del proceso de coloración en la anodización ... contiene H_2SO_4 .

De los anteriores, los gases de los numerales 2 y 3 deterioran gravemente el entorno laboral. El volumen de descarga de los gases (humo) es mínimo, a juzgar por el tamaño de los productos y del volumen de trabajo. Sin embargo, dado que estos gases (o humo) tienden a permanecer y acumularse en el lugar de trabajo, puede perjudicar la salud de los trabajadores y reducir el rendimiento de trabajo.

La ventilación de los lugares de trabajo es natural a través de las ventanas abiertas en los techos. Dado que el gas es más pesado que el aire, por sus componentes, la ventilación natural no permite limpiar completamente el aire de los locales, habiendo necesidad de instalar el sistema de ventilación forzada. El sistema podría ser complejo o sencillo de acuerdo con la configuración de cada local; al considerar la inversión requerida, se recomienda iniciar con la instalación de equipos sencillos como el primer paso.

(2) No se utiliza el sistema de contraflujo para el lavado

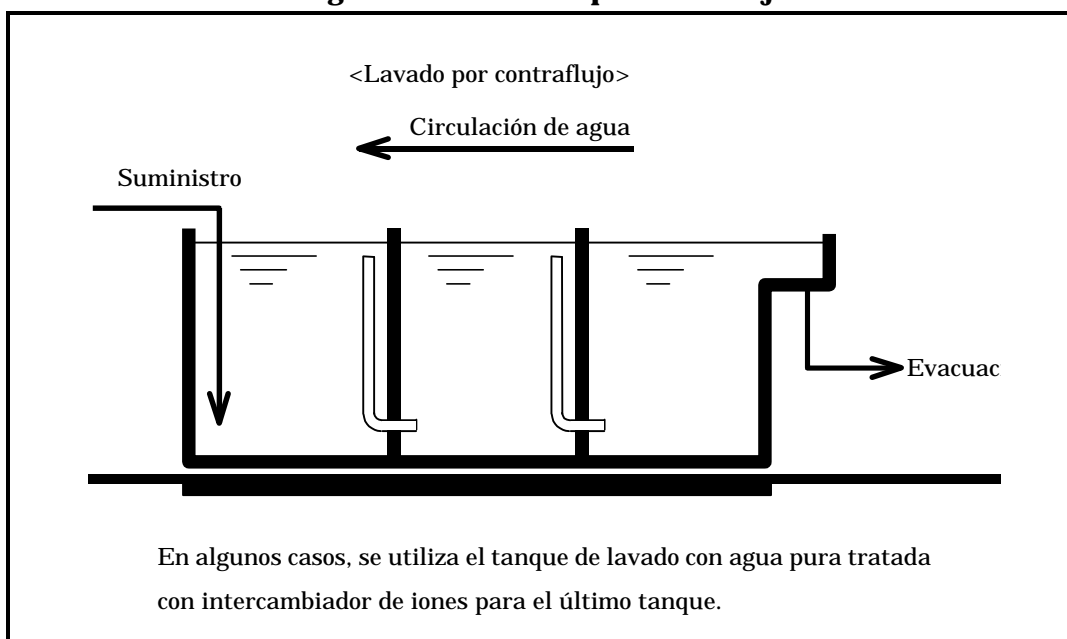
El lavado, junto con el recubrimiento, es considerado como el proceso determinante de la calidad de los productos galvanizados.

Hemos observado que en todas las fábricas visitadas, el lavado consistía sólo en sumergir los objetos galvanizados en el tanque de lavado. Si bien es cierto que existen también algunas fábricas dotadas de dos tanques de agua para el lavado, el proceso fundamentalmente consistía en sumergir el objeto en el agua almacenada.

El agua de lavado debe mantener el pH entre 5 y 9; en este método, sin embargo, el agua puede llegar a presentar valores extremos de pH. En efecto, los resultados del análisis de agua de las muestras tomadas durante nuestras visitas, hemos obtenido que en una fábrica el pH estaba en 0.6 y en otra 11.

En la Figura 10-7 se muestra el sistema de contraflujo ampliamente utilizado para el proceso de lavado.

Figura 10-7 Lavado por contraflujo



Tal como hemos mencionado anteriormente, la calidad de la galvanoplastia depende substancialmente del proceso de lavado. Por lo tanto, para hacer frente a la demanda cada vez más exigente del mercado, recomendamos adoptar a la mayor brevedad el sistema de contraflujo.

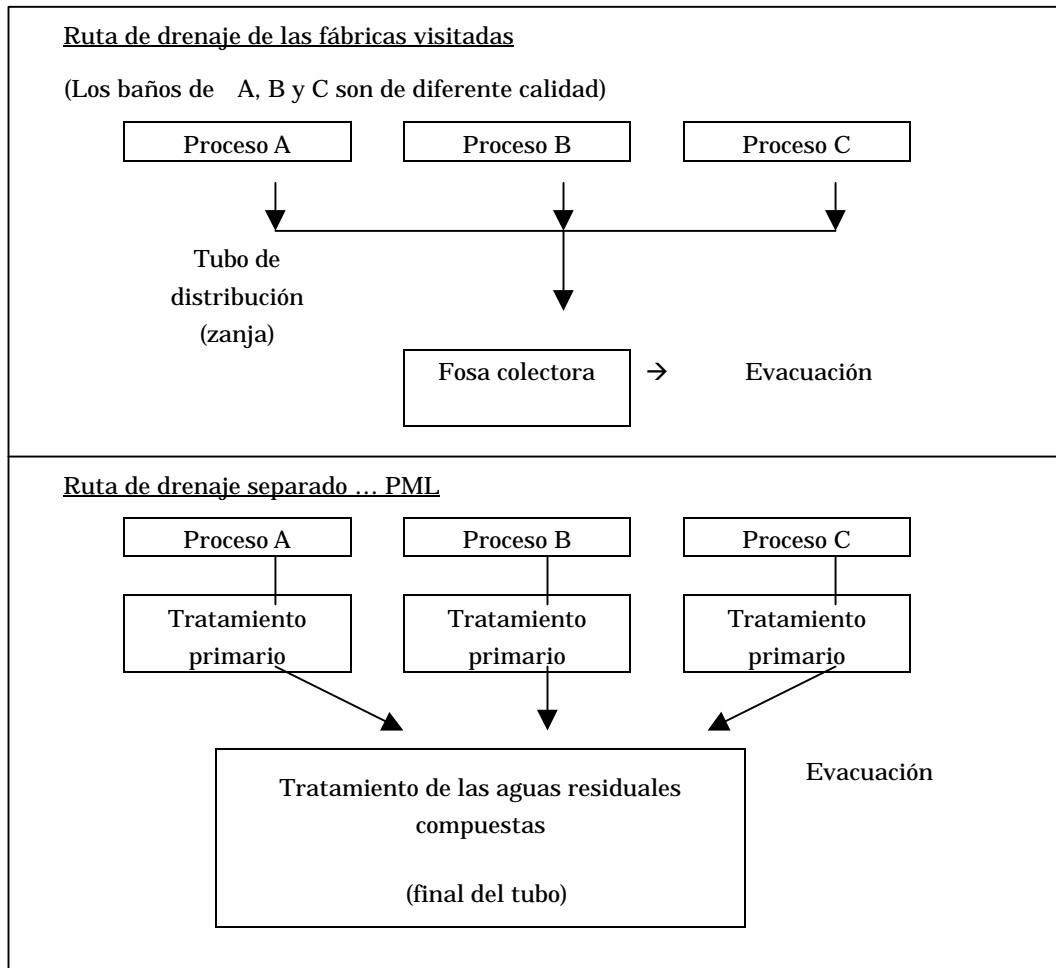
(3) En el sistema de drenaje actual, las gotas de agua producidas en los diferentes procesos se mezclan.

La evacuación por separado las gotas según los procesos constituye la clave de la tecnología de PML. Actualmente, las gotas son evacuadas conjuntamente a través de las zanjias y recogido en una misma fosa, donde los diferentes componentes se mezclan. Esta mezcla de agua requiere de un avanzado proceso de tratamiento, y por ende, de mayor costo.

El sistema de drenaje de la mayoría de las fábricas visitadas consistía en recoger el agua residual de cada proceso mediante zanjias y concentrarla en una misma fosa.

En la Figura 10-8 se presenta una comparación del flujo de los efluentes, propuesto como una tecnología de PML, y el sistema actualmente adoptado por las fábricas visitadas.

Figura 10-8 Comparación de las rutas de drenaje



(4) Función del laboratorio

En la galvanoplastia, el control de los componentes de los baños, su temperatura, así como de la corriente y tensión eléctrica constituyen los parámetros más importantes para el manejo adecuado de los procesos. En todas las fábricas visitadas se hacía el debido control de la corriente y de la tensión eléctrica para cada componente de galvanoplastia.

El control del baño consiste en analizar la composición, evaluar el cambio en cada operación, y hacer los ajustes necesarios para mantener la composición idónea del baño. Este reajuste se hace cada una o dos semanas con el conocimiento empírico de los operadores; sin embargo, el reajuste debe basarse sobre los resultados del análisis de los componentes. Por este motivo, los equipos y el funcionamiento del

laboratorio constituyen un factor clave. Casi la mitad de las fábricas visitadas no estaba dotada de laboratorio propio, debiendo contratar el servicio de un tercero o de los suministradores de los productos químicos para el análisis de la composición de los baños. Los servicios son contratados cada una o dos semanas, y reciben en esta ocasión algún asesoramiento sobre el método de regulación. Este puede ser un método de control de la composición de baño, y no constituiría ningún problema para el control de operación y de calidad.

Lo que sí creemos pertinente señalar es la falta de interés de los operadores en la alteración de la composición de baños por falta del laboratorio propio. El pH puede ser revisado diariamente sólo con el uso del papel indicador de pH, y el seguimiento de la variación de los procesos es fundamental en la galvanoplastia. Sería grave si los operadores perdieran el interés sobre este punto.

Por otro lado, el laboratorio sirve también para el análisis de la calidad de las aguas residuales.

Es un problema que ni siquiera las empresas dotadas del laboratorio estén realizando el monitoreo de la composición de las aguas residuales. Aquellas empresas sin laboratorio, parecen haber perdido completamente el interés por controlar los efluentes, con el pretexto de no tener medios para el análisis. Parece ser que la negligencia en las técnicas de galvanoplastia, agrava la falta de interés por el control de las aguas residuales.

(5) Tubo de escape de la neblina del ácido crómico generada del proceso del cromado

La neblina de ácido crómico (cromo hexavalente) generada del tanque de baño de cromado es muy perjudicial para la salud de los operadores, aunque su cantidad sea poca, por lo que recomendamos la instalación de conductos de escape para forzar la evacuación de esta neblina.

De las fábricas visitadas, existía una que no estaba dotada de conducto de escape inmediatamente encima del tanque de baño en el proceso de cromado. El caso no constituye un problema dado que la ventilación general de la fábrica era óptima. Sin embargo, como una medida de seguridad hemos recomendado instalar el tubo de escape, a lo que nos respondieron que lo harían inmediatamente.

Queremos hacer las siguientes dos observaciones:

La primera es sobre un taller donde trabajaban tres empleados en el proceso de cromado. En este taller, se había instalado el tubo colector inmediatamente encima del tanque de baño para evacuar la neblina. Aunque sea una medida sencilla, esto indica el alto grado de conciencia del empresario sobre la seguridad de sus empleados. La segunda observación es sobre una fábrica de cromado duro. El

tanque quedaba completamente hermético durante la operación, y los gases y la neblina producidos eran colectados totalmente mediante el tubo de aspiración para ser tratado mediante el método de pulverización. En este proceso se recuperaba el cromo metálico y el agua, y se realizaba el tratamiento de polvos. El sistema fue diseñado y desarrollado por la propia fábrica, y operaba normalmente, demostrando el alto grado de tecnología que posee esta empresa.

Si bien es cierto que desconocemos el estado de operación de las demás fábricas de cromado, esperamos que no sólo las fábricas de la ciudad de Bogotá sino de todo el país muestren el mismo interés por el problema de la neblina del ácido crómico como estas fábricas visitadas.

10-3 Situación actual de la tecnología de control de producción del sub-sector de industria galvánica

10-3-1 Nivel actual de control de técnicas de las empresas del sector

(1) Características de las empresas galvánicas

Actualmente, existen en la ciudad de Bogotá unas cuatrocientas empresas galvánicas, como se muestra en el Cuadro 10-1. De estas, hemos visitado diez, incluyendo las plantas relativamente grandes.

Sin embargo, si comparamos con los países industrializados, las empresas de Bogotá son en general pequeñas, y presentan las siguientes características:

1. La superficie de las plantas es limitada (de 200 a 300m²)
2. Los equipos están dispuestos en plano.
3. Los procesos son similares y poco variados.
4. Los equipos son sencillos, y se les da poco mantenimiento.
5. La operación es manual.

Estas características se acentúan cuanto más pequeñas son las empresas.

(2) Nivel actual de técnicas de control

- 1) Dada las características descritas en el apartado anterior, las empresas galvánicas realizan un control de técnicas de alcance limitado. Hay poco movimiento del personal; los operadores son diestros, y los administradores conocen cabalmente los procesos.

Por lo tanto, en cuanto a las técnicas de control de producción, no se ha detectado ningún problema en especial que impida el desarrollo de la tecnología de la calidad.

Cabe señalar que de las diez empresas visitadas, cuatro están preparándose

para obtener el certificado de ISO9000 en el curso del próximo año, y una ya ha obtenido los certificados de las normas ISO9001 y 9002, con la expectativa de aprobarse también en ISO14000 para el año 2000. Todo esto indica el alto nivel administrativo de las fábricas.

Por otro lado, una de las fábricas visitadas utilizaba el sistema de indicación para informar a todos los operadores las instrucciones de trabajo de cada uno de los procesos, lo cual indica que esta empresa ha alcanzado un nivel sumamente elevado en lo que concierne al control de producción.

- 2) En cuanto al control de la composición de los baños galvanoplásticos, tal como hemos mencionado en el apartado 10-2-3 sobre las técnicas de producción, es muy importante conocer el grado de degradación de la calidad de los baños.

Al repetir el uso de las soluciones, se van acumulando impurezas provocando la degradación de la solución, lo cual incide directamente en el rendimiento y calidad de los productos.

Es cierto que actualmente, el problema no se manifiesta aún puesto que la calidad de los productos exigida por en el mercado nacional no es muy exigente.

Sin embargo, recomendamos controlar desde ahora la acumulación de las impurezas dentro de los baños galvanoplásticos para hacerle frente a las exigencias del mercado en el futuro.

- 3) Actualmente no se hace el control del consumo de agua en los procesos de recubrimiento, y por lo tanto, tampoco de la composición de las aguas residuales.

10-3-2 Problemas de técnicas de control de producción

Los problemas de las técnicas de control de producción en la industria galvánica, desde el punto de vista de la prevención de contaminación, radican en la falta de control de consumo de agua (ahorro), volumen de descarga y de la composición de las aguas residuales.

El lavado es el proceso que mayor agua consume dentro de la galvanoplastia. En este caso, recomendamos establecer un sistema de circulación de agua, que consiste en coleccionar los efluentes de manera separada, neutralizarlos y volver a utilizar. Algunas empresas especializadas en los procesos de anodización, galvanización por inmersión en caliente y al pintado en caliente, ya han implementado el sistema de reciclaje de agua, cuyos resultados podrían servir de base para difundir más las

técnicas de ahorro de agua.

Actualmente, las empresas galvánicas no realizan suficientemente el control de consumo de agua en los diferentes procesos, lo cual demuestra el bajo interés por el control de las aguas residuales. Aún cuando no cuenten con un sistema de tratamiento de las aguas residuales, es necesario que las empresas lleven el control periódico del volumen de descarga y de pH de los efluentes, y conocer su evolución.

10-4 Contaminación industrial provocada por el sub-sector de la industria galvánica

10-4-1 Nivel actual de la descarga de contaminantes del sub-sector de industria galvánica

Entre los principales problemas de contaminación provocada por el sub-sector de la industria galvánica, se mencionan los sedimentos producidos de los procesos de recubrimiento y del sistema de tratamiento de aguas residuales, así como la contaminación de agua. La contaminación de aire, vibraciones y ruidos, no son muy graves en este sub-sector, salvo en algunos casos excepcionales. Sin embargo, en nuestro estudio hemos detectado la contaminación de aire, a nivel local, especialmente en el entorno laboral. Hemos señalado que la acumulación de la neblina del ácido crómico producido en el cromado, así como los gases (humo) producidos por el lavado ácido, álcali o de neutralización se acumulan en el lugar de trabajo, degradando las condiciones laborales y perjudicando la salud de los operadores. Como medidas correctivas, estamos preparando las recomendaciones preliminares orientadas a los directores de las empresas para que procedan a la instalación de conductos de escape u otros mecanismos necesarios.

(1) Descarga de sedimentos

En relación a los sedimentos que se producen en los procesos de recubrimiento, hemos podido obtener respuestas de unas cuantas fábricas. Sin embargo, algunas de las respuestas no aclaran los resultados del análisis de los sedimentos, y no hemos podido esclarecer el método de disposición de los mismos.

En las fábricas que no cuentan con un sistema de tratamiento de efluentes, los sedimentos son descargados junto con las aguas residuales, por lo tanto, se debe tratar el caso como fuente de contaminación de agua. De las diez fábricas visitadas, cinco cuentan con el sistema de tratamiento de efluentes, las cuales sí llevan el control del volumen de sedimentos. Según estas informaciones, el volumen mensual de sedimentos de estas fábricas es de 1 TM aproximadamente. Estos sedimentos se

producen durante el tratamiento de neutralización de las aguas residuales. En sí no son perjudiciales, pero puede causar problemas si no son dispuestos en sitios adecuados. Recomendamos al DAMA, evaluar la idoneidad de los sitios de disposición actualmente utilizados.

Si bien es cierto que no podemos afirmar que todas las fábricas instalarán en el futuro el sistema de tratamiento de aguas residuales por el costo que requiere su instalación, al menos podemos afirmar que las grandes empresas tienden a tomar esta medida. En este momento, los sedimentos no constituyen un problema ambiental grave. Sin embargo, DAMA deberá estar consciente de la necesidad de adelantar las medidas adecuadas como un problema potencial para el futuro.

(2) Descarga de las aguas contaminadas

A continuación analizaremos la contaminación por las aguas residuales, sobre la base de los resultados del análisis de las muestras tomadas en las fábricas visitadas. Dado que la calidad de los efluentes hay diferencias según el tipo de galvanoplastia, hemos ordenado la informaciones según los procesos.

Si bien es cierto que el estudio incluyó el análisis de los parámetros de DQO, DBO, SS, etc., aquí presentamos sólo los datos sobre los metales pesado, puesto que los parámetros anteriores en sí no constituyen problemas.

- 1) Recubrimiento electroquímico - Revestimiento decorativo y antioxidante
 - (a) En el Cuadro 10-13 se presentan los resultados del análisis de calidad de agua de las tres empresas visitadas.

(b) Resultados del análisis

A continuación se entregan algunas observaciones sobre el Cuadro 10-13.

Cuadro 10-13 Resultados del análisis de agua (1) mg/l

Compañías visitadas	Agua residual (m ³ /M)	pH	CN	Cu	Ni	Zn	T. Cr	Al
A	170	3.3 - 1.2	41.5	2.32	0.72	73.6	15.8	-
B	200	2.4 - 6.3	1.7 - 3.1	10.8 - 6.1	75 - 99	10.9 - 5.7	133 - 162	-
C	250	5.5	73	1.4	16.9	56.5	68.1	-
Normas DAMA	5 - 9		1.0	0.25	0.2	5.0	1.0	-

- a) La variación substancial de los valores de pH se debe a la descarga del agua de lavado. Generalmente el agua de lavado es almacenada en un tanque, y aunque el pH debe mantenerse teóricamente entre los valores de 5 a 9, en la práctica puede variar dependiendo del proceso precedente.

- b) Los valores de CN indican la tasa de operación del tanque CN en el proceso de galvanoplastia. Este componente se mezcla en el agua residual (gotas). La empresa "C", a pesar de poseer una planta de tratamiento de aguas residuales, muestra un alto nivel de CN (73 mg/l), lo que indica que la planta de tratamiento no está funcionando adecuadamente.
- c) Los valores de los metales pesados (Cu, Ni, Zn, Cr.T) están muy por encima de las normas de DAMA, y la diferencia de la tasa de operación de cada proceso de las diferentes fábricas se refleja en la diferencia de los valores de los metales pesados.
- d) Al analizar los resultados de las 3 fábricas, se concluye que los valores analizados de cada componente están en el caso de CN, 40 veces mayores que el estándar de DAMA. De la misma manera, los valores de Cu, Ni, Zn y Cr. T son, 15, 180, 10 y 80 veces mayores, respectivamente.

Se deduce que muchas de las empresas galvánicas de Bogotá, no cuentan con el sistema de tratamiento de efluentes. La mayoría de las empresas es de menor envergadura que los locales visitados, y es difícil suponer que cuenten con un sistema de este tipo, y que esté tratando debidamente los efluentes.

Nota) Una de las empresas que fue objeto de seguimiento efectuado en la segunda etapa de nuestro estudio, a pesar de ser una empresa grande no contaba con ningún sistema de tratamiento de efluentes.

2) Recubrimiento electroquímico : cromo duro de uso industrial

Una de las fábricas visitadas cuentan con tanque de baño y sistema de drenaje completamente cerrados, donde el agua es reciclada pasando por el sistema de tratamiento de aguas residuales. Dado que el agua sobrante es tratada totalmente en el tanque de neutralización, no se ha podido tomar las muestras en esta fábrica. Actualmente, existen en la Ciudad de Bogotá cuatro fábricas más que se dedican al cromado duro de uso industrial. El tratamiento de las aguas residuales en éstas se desconoce. De acuerdo con las informaciones recogidas de la empresa visitada, con excepción de ésta, las cuatro fábricas restantes no cuentan con un sistema de tratamiento, al igual que otras fábricas comunes de galvanoplastia. Por lo tanto, se estima que los valores de Cr T. son sumamente altos.

3) Recubrimiento electroquímico: anodización

- (a) En el Cuadro 10-14 se resumen los resultados del análisis de agua de las dos empresas visitadas.

Cuadro 10-14 Resultados del análisis de agua (2) mg/l

Compañías visitadas	Agua residual (m ³ /M)	pH	CN	Cu	Ni	Zn	T. Cr	Al
D	120	1.96	1.08	-	-	-	-	402
E	60	2.4	0.97	0.05	0.91	1 - 10	1.85	-
Normas DAMA	5 - 9		1.0	0.25	0.2	5.0	1.0	-

(b) Resultados del análisis

A continuación se presentan las observaciones sobre el Cuadro 10-14.

- a) La línea de anodización está integrada principalmente de los procesos de desengrasamiento y de anodización, donde no se utilizan ni CN ni los metales pesados. Por lo tanto, los valores analizados en esta línea son sumamente bajos. Mientras tanto, en cuanto a Al, se ha detectado el caso de una empresa que mostraba un nivel elevado de 402mg/l, lo cual se debe a la falta del sistema de tratamiento de agua.
- b) El nivel de pH ha sido sumamente bajo en las dos empresas (pH 2). La mayoría de las aguas residuales provienen del proceso de lavado, y la acidez del agua puede variar dependiendo del proceso precedente, cuando teóricamente debe mantenerse entre 5 y 9. Los iones de ácido sulfúrico están en 300mg/l aproximadamente según los resultados del análisis, indicando la necesidad de neutralizar las aguas residuales antes de descargar.
- c) Al revisar los resultados de análisis de dos empresas, se concluye que es necesario neutralizar el agua del lavado antes de drenar. El proceso de neutralización permitirá reciclar el agua de lavado. Una empresa ya inició los experimentos de la reutilización de agua, con la expectativa de completar el sistema antes de finalizar el año 1999. Una vez neutralizado, la concentración de Al del agua se verá reducido automáticamente. En cuanto a otros componentes, no se detectaron otros problemas especiales.
Nota) Se entrega una descripción más detallada sobre la recirculación (reutilización) de agua en el apartado correspondiente a la Auditoría Detallada.

4) Galvanización de zinc por inmersión en caliente

De las dos empresas visitadas, sólo se ha podido tomar las muestras de agua, cuyos resultados de análisis se presentan en el 10-15.

Cuadro 10-15 Resultados del análisis de agua (3) mg/l

Compañías visitadas	Agua residual (m ³ /M)	pH	CN	Cu	Ni	Zn	T. Cr	Al
F	40	1.8 - 3.4		0.48 - 0.57	0.45 - 0.54	68 - 74	0.85 - 1.05	-
G	Cerca de 0 (?)	(No hay muestras)						
Normas DAMA	5 - 9		1.0	0.25	0.2	5.0	1.0	-

Cabe señalar que la empresa “G” cuenta con un sistema de reciclaje de agua en operación, y no descarga aguas residuales. Por este motivo, no fue posible tomar las muestras de agua.

- a) En el proceso de galvanización por inmersión en caliente, los principales problemas consisten en los ácidos y los valores de Zn de los procesos de desincrustación o de desengrasamiento; los demás componentes no constituyen mayor problema. La empresa “F” neutralizaba los ácidos aplicando álcalis antes de evacuar los efluentes. Sin embargo, dado que los elementos de zinc pasan por las zanjas, los efluentes presentan elevada concentración de Zn. Recomendamos re-diseñar las rutas de drenaje, de manera tal que los efluentes que contienen Zn también pasen por el proceso de neutralización, y así reducir también la concentración de este componente.
- b) Dado que la mayoría de las empresas de galvanización por inmersión en caliente son de gran envergadura, ya están estudiando la posibilidad de recircular (reutilizar) el agua. La empresa “G” ya inició la operación, y la empresa “F” también está por iniciarla.

5) Pintado en caliente

En el Cuadro 10-16 se entregan los resultados del análisis de agua de las dos empresas visitadas.

Cuadro 10-16 Resultados del análisis de agua (4) mg/l

Compañías visitadas	Agua residual (m ³ /M)	pH	CN	Cu	Ni	Zn	T. Cr	Al
H	700	6.8-6.9	0	<0.04	0.18	6.13	<0.06	-
I	270	6.1	0	<0.04	<0.06	1.19	<0.05	-
Normas DAMA	5 - 9		1.0	0.25	0.2	5.0	1.0	-

Las dos empresas operan el sistema de neutralización de los ácidos en el proceso de desincrustación. Tal como observamos en los resultados del análisis, no se ha detectado problema en la calidad de las aguas residuales.

10-4-2 Impacto del sub-sector de industria galvánica en la contaminación industrial de Santa Fé de Bogotá

Al evaluar el impacto de la contaminación industrial, es necesario estimar el volumen de descarga de las sustancias contaminantes. Para ello, se requiere medir la concentración de los elementos y el volumen de descarga de cada empresa. Dado que DAMA ya ha recogido los datos de múltiples empresas sectoriales, recomendamos ordenarlos y estimar el volumen de descarga de las materias contaminantes. Hemos observado que DAMA está interesado en tomar los datos solamente referentes a la concentración de los elementos de descarga, lo cual no consideramos que sea suficiente para abordar el tema de la descontaminación industrial.

(1) Volumen de descarga de las empresas galvánicas

Casi ninguna de las diez fábricas visitadas cuenta con datos del monitoreo del volumen de descarga de los efluentes industriales. Es decir, las fábricas están dotadas de medidores a la entrada del establecimiento, pero se desconoce el consumo de agua según uso. En las fábricas dedicadas exclusivamente a la galvanoplastia, el agua suministrada al establecimiento es dividida en el agua industrial y en la doméstica (consumo humano); el volumen de los respectivos usos puede ser estimado teóricamente, pero no existen datos reales medidos. El agua industrial y doméstica es evacuada por diferentes sistemas de drenaje, después de su uso, y los resultados del análisis de calidad de agua descrito en los apartados precedentes, corresponden al agua de uso industrial. En cuanto al volumen de descarga, no se ha podido recoger cifras precisas en ninguna de las fábricas. Considerando que el volumen del agua de uso doméstico es sumamente reducido, en este estudio se ha considerado que la totalidad del volumen suministrado es utilizado como agua industrial, y con estos supuestos, hemos procedido a calcular, a grosso modo, el volumen total de descarga de los efluentes.

Sobre la base de los datos del consumo de agua y el número de empresas galvánicas del Cuadro 10-3, hemos calculado que el volumen total de descarga de los efluentes es de $3,000\text{m}^3$ /mes aproximadamente, lo cual es una cifra sumamente reducida.

Este volumen puede sufrir variaciones según la tasa de operación de las plantas. Sin embargo, aún cuando la tasa se haya doblado a efectos del crecimiento económico, o cuando existan otras empresas que no aparecen en el Cuadro 10-3 y que son consumidores de grandes cantidades de agua, es difícil suponer que el volumen total de descarga llegue a un nivel de $10,000\text{m}^3$ /mes. Las fábricas

galvánicas de la ciudad de Bogotá se caracterizan por un consumo de agua sumamente reducido.

(2) Elementos descargados y volumen total de descarga

Sobre la composición de las aguas residuales descargadas de las empresas galvánicas ya hemos descrito anteriormente. De las empresas galvánicas electroquímicas, merecen especial atención las que se dedican a la galvanoplastia de uso ornamental y antioxidante, que en total suman unas 300 empresas en Bogotá (véase el Cuadro 10-1). Las demás empresas dedicadas a los procesos de anodización, galvanización por inmersión en caliente y al pintado en caliente, no provocan mayores problemas de contaminación, según el análisis de la composición de sus efluentes.

De los resultados del análisis de las aguas residuales de las empresas dedicadas a la recubrimiento para el embellecimiento y anticorrosivo, hemos extraído los valores más destacados, y suponiendo el volumen de descarga total de 3,000m³/mes, analizaremos los datos del Cuadro 10-17. Es importante tener en cuenta que nuestra observación se basa sobre una cifra hipotética en cuanto al volumen de descarga total.

Cuadro 10-17 Descarga total

Elementos descargados (mg/L)	Descarga total (Kg/M)	
	Volumen de descarga total : 3,000m ³ /M	(Referencia) 10,000m ³ /M
CN : 40	120	400
Cu : 4	12	40
Ni : 40	120	400
Zn : 50	150	500
T. Cr : 80	240	800

Si bien es cierto que es difícil evaluar el impacto del sub-sector de industria galvánica sobre la contaminación industrial de la ciudad de Bogotá en base al volumen de descarga total según el Cuadro 10-17, hemos preparado las siguientes recomendaciones:

- (a) En el volumen de descarga total no está incluida la fuga accidental de las soluciones de los tanques. Por lo tanto, en el caso de producirse algún tipo de accidente, la empresa correspondiente debe cerrar el sistema de drenaje, almacenar temporalmente las aguas residuales dentro del establecimiento, y realizar el tratamiento de emergencia. Considerando que muchas de las

empresas no cuentan con su propio sistema de tratamiento de aguas residuales, es indispensable tomar las medidas suficientes y adecuadas en caso de accidente.

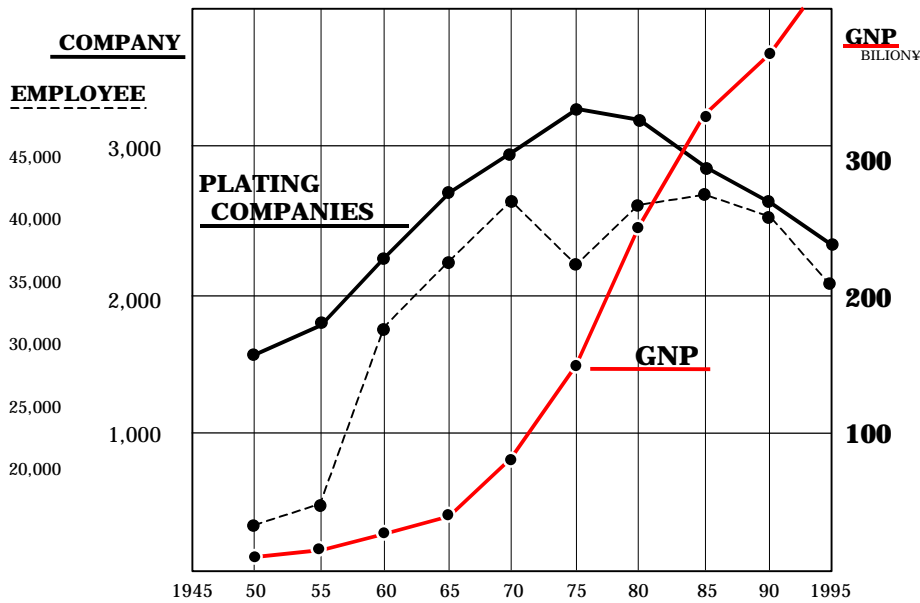
- (b) El volumen de descarga total ha sido calculado suponiendo que todas las empresas siguen el mismo proceso de recubrimiento; no obstante, en realidad los procesos adoptados difieren de una empresa a otra, por lo que el volumen de descarga total real es menor que el valor calculado.
- (c) Sin embargo, es probable que en algunos puntos específicos se detecten elevada concentración de CN que es un componente sumamente tóxico. Por lo tanto, es importante que DAMA ponga especial atención a las empresas que estén trabajando con el baño de CN. Al mismo tiempo, es menester que DAMA asesore a las empresas en la suspensión del baño CN.

10-4-3 Evolución histórica y situación actual de la contaminación industrial del sub-sector de la industria galvánica del Japón

El sector galvánico ha sido desarrollado como una industria tipo urbano que utiliza múltiples productos químicos, y constituye el sustento de otros sectores. Desde la época de restauración posguerra hasta la fecha, la economía ha atravesado por diversas fases de crecimiento y recesión. Dentro de este panorama, la industria ha crecido y se ha desarrollado tendiendo cada vez más a la ampliación, automatización y producción en masa. La industria galvánica también se ha desarrollado al mismo paso, y el número de las empresas fue creciendo como observamos en la Figura 10-9.

A medida que la industria se desarrollaba, la contaminación industrial empezó a manifestarse como problemas sociales desde finales de 1955. En el caso de la industria galvánica específicamente, la descarga accidental de los efluentes industriales que contenían el cianógeno a los ríos de Tokio en los años 1963 y 1964, despertó la inquietud social por la contaminación de agua por la industria galvánica. En este apartado, entregaremos una breve reseña sobre los problemas de la contaminación ambiental provocada por este sector industrial en Japón, y los esfuerzos públicos y privados por resolverlos.

Figura 10-9 Evolución del número de empresas galvanicas



(1) Problemas de la contaminación

1) Cianógeno

a) En 1963 se produjo la descarga accidental de un elevado volumen de cianógeno en el tributario del Río Tamagawa, que era la fuente de agua potable de la zona sur de la ciudad de Tokio. Este incidente se convirtió en un grave problema social puesto que fue suspendida la toma de agua en la planta de purificación y por ende, el servicio de abastecimiento de agua a la población. El accidente se produjo a raíz del desperfecto mecánico del sistema de filtración de un gran fabricante de maquinarias, con lo cual se descargaron grandes cantidades de soluciones de cobreado.

b) En 1969, se produjeron dos accidentes humanos (en abril y octubre) dentro del alcantarillado de Omori (Distrito de Ota, Tokio) por causa del gas de ácido cinámico (cianuro de hidrógeno). La causa parece haber sido los efluentes con elevada concentración de cianógeno o la oxidación de las aguas residuales descargadas por una planta de galvanoplastia. En el mismo año, se produjeron varios accidentes en los que se descargó el cianógeno en las cuencas media y baja del Río Tamagawa, en Hachioji, y en la cuenca del Río Kiso de la región Chubu. Todos estos incidentes parecen haberse producido debido a la falta de consciencia de riesgo de las sustancias perjudiciales, así como el deficiente control de aguas residuales por parte de las empresas.

Ante esta situación, el sector tanto público como privado abordaron seriamente al problema y desarrollaron nuevas técnicas y métodos de

tratamiento de las aguas residuales.

2) Cadmio

En 1968, el Ministerio de Sanidad y Bienestar reconoció como un problema de contaminación de cadmio a la intoxicación producida en la cuenca del Río Jintsu. Posteriormente, el Ministerio de Comercio Internacional e Industria (MITI) y Dirección de Contaminación de la Alcaldía de Tokio iniciaron los estudios del estado real de los daños químicos similares en otras zonas. Las empresas denunciadas en Tokio tras estas investigaciones, incluían desde las más grandes empresas hasta las más pequeñas y sumaron en total 49, llegando a convertirse en un grave problema social. En esa época, existían 252 empresas que manejaban el cadmio en el país, de las cuales 142 sobrepasaban las normas establecidas, según la inspección general de MITI. Las cooperativas de la industria galvánica acordaron y comunicaron a nivel nacional la suspensión del cadmiado.

En esta época, no existían tampoco reglamentos o medidas de tratamiento de cadmio en otros países extranjeros. Ni siquiera el método de intercambio iónico desarrollado como la última solución garantizaba la concentración idónea de cadmio en el agua de lavado al momento de elución y regeneración. Tras múltiples ensayos y errores, finalmente se desarrollaron las tecnologías propias como el método de separación por precipitación de carbonato de cadmio, flotación por electrólisis de aluminio, etc. El cadmiado fue reiniciado recién después de un año, y solamente para los componentes de aeronaves y equipos de defensa, y de otros equipos indispensables para la seguridad.

3) Cromo hexavalente

En 1975, el cromo hexavalente ha sido considerado como un contaminante, y como consecuencia, una empresa de electrodeposición fue obligada a asumir las responsabilidades incluso de los incidentes ocurridos en el pasado. El problema se trataba de la elución del cromo hexavalente en el sitio de disposición de los residuos minerales ubicado dentro de Tokio, y que había sido utilizado durante varias décadas por un fabricante de ácido crómico. Era una época en que se había despertado la inquietud social por las sustancias cancerígenas, y el problema se extendió hasta el tema del entorno laboral de las fábricas galvanoplásticas, y exámenes de las perforaciones en el tabique nasal de los operadores. En aquellas zonas donde los empresarios del sector formaban asociaciones o cooperativas, se iniciaron los esfuerzos por proteger la salud de los trabajadores a través de los exámenes médicos periódicos que incluían también los exámenes especiales, y el

monitoreo periódico de los parámetros del entorno laboral. De esta manera, se intensificó la lucha contra la contaminación ambiental provocada por el cromo hexavalente.

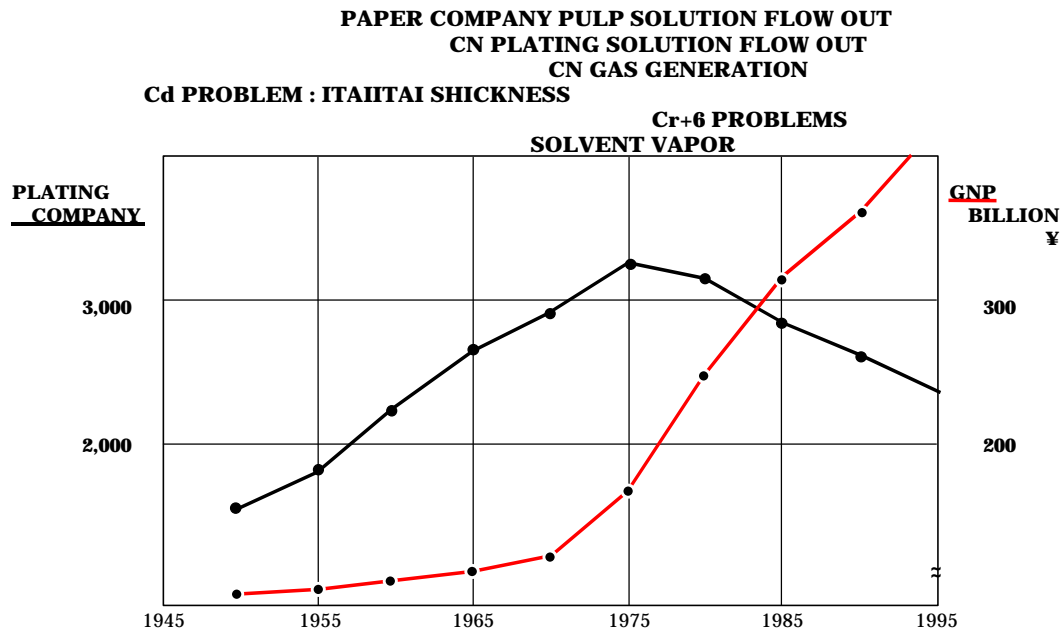
4) Disolventes orgánicos de cloro

En 1955, se intensificó el uso de los disolventes orgánicos de cloro como el tricloroetileno para la racionalización del tratamiento preliminar y el lavado – desengrasado. Este producto se difundió en el sector por ser mejor la calidad que se obtiene en el producto, y por la alta capacidad de retención de grasas. Sin embargo, posteriormente el uso del producto quedó prohibido legalmente como una medida de protección de la ozonosfera contra los efectos del gas de CFC (conforme el Convenio de Viena de 1985, y Protocolo de Montreal de 1987).

Es así como la industria galvanoplástica se vio obligada a reemplazar el producto por otro disolvente alternativo y suspender el uso de los disolventes orgánicos.

En la Figura 10-10 se resumen las fechas en que se produjeron la contaminación, y la evolución del desarrollo de la galvanoplastia.

Figura 10-10 Problemas ambientales



(2) Esfuerzos públicos y privados para la prevención de contaminación

El sector de electrodeposición se desarrolló como una industria tipo urbano y las plantas fueron incorporando medidas internas y externas pro-ambientales. Después

de que en 1958 se estableció la “Ley sobre Regulación de los Efluentes Industriales, etc.”, fue promulgada una serie de instrumentos conexos como la “Ley General de Control de Contaminación” de 1967 y la “Ley de Prevención de Contaminación de Agua” de 1970. Con ello, las industrias no podían continuar operando sin tomar medidas necesarias para la eliminación completa de las sustancias perjudiciales de las aguas residuales.

Entonces, no era fácil que las PYMEs cumplieran completamente las normas legales con su capacidad financiera y tecnológica. Para desarrollar nuevas técnicas e invertir en la construcción de nuevas plantas y equipos, fue necesario que las empresas del mismo sector aunaran sus esfuerzos y recursos económicos, y hacer frente a los problemas de la contaminación no sólo a nivel individual, sino a nivel de cooperativas y asociaciones regionales y federación nacional (Federación Nacional de la Industria Galvanoplástica).

Mientras tanto las entidades administrativas impartieron instrucciones y orientación a nivel nacional a través de estas organizaciones. Dentro de este panorama, las empresas se solidarizaron y de las 3900 empresas aproximadamente que existían en 1974, el 89%, es decir 3490 se asociaron a la Federación. Esta tasa de organización ha sido la máxima alcanzada a nivel de PYMEs de los diferentes sectores industriales.

1) Medidas colectivas de descontaminación – Parque industrial de galvanoplastia Considerando que la industria urbana se desarrolla en torno a las PYMEs, y tomando en cuenta las grandes ventajas que traerían consigo la racionalización de sus actividades, se propuso institucionalizar la agrupación y la colectivización de las operaciones de PYMEs. Los beneficios serían particularmente importantes si estas empresas pudieran tomar conjuntamente las medidas de descontaminación, eliminación, tratamiento y control de los contaminantes. Es así como el sector de la electrodeposición abordó en la fase temprana a la organización de cooperativas. Con el apoyo estratégico y el subsidio de la administración regional, fueron ejecutados múltiples proyectos de construcción de los bloques industriales, en torno a las plantas de electrodeposición (Parque industrial de Galvanoplastia de Katsushika en 1978, Parque industrial Metálico de Takasaki en 1971, etc.). Otros grandes proyectos que fueron implementados, aún durante la prolongada etapa de estancamiento económico que siguió a la crisis petrolera de 1973, en las prefecturas de Gunma, Nigata, Yamanashi, Tokio, Hyogo, Hiroshima, Nagano, Chiba, Hokkaido, etc. Entre ellos se incluía el Proyecto de Construcción del Parque industrial Galvanoplástico Central de Keihinjima, con una inversión que alcanzó el orden de

3,600 millones de yenes. Se construyeron en total 23 parques industriales en diferentes ciudades (posteriormente, sumaron en total 30 parques), donde se materializaron múltiples tecnologías innovadoras para la prevención de contaminación como es el sistema de reciclaje según los tipos de metales, un verdadero sistema cerrado, etc.

2) Medidas de prevención de contaminación por las autoridades administrativas
En 1971, la Dirección de Minas y Carbón (actualmente, Dirección de Industrias Básicas) del Ministerio de Comercio Internacional e Industria, ha establecido una partida presupuestal exclusivamente destinada a la descontaminación de efluentes del sector, a fin de realizar visitas a las plantas galvánicas para impartir orientación. Para los efectos, se creó el Comité de Investigación del Proceso de Tratamiento de Efluentes de Electrodeposición integrado por los especialistas, académicos, líderes del sector (representantes de la Federación), etc. Se preparó la “Guía de Tratamiento de Efluentes de Electrodeposición” como una guía de instrucción que establecía las normas comunes a nivel nacional. Los funcionarios de los diferentes organismos de investigación públicos regionales asumieron el cargo de impartir instrucciones “in situ” a todos los empresarios de la industria galvánica en las medidas y técnicas concretas de prevención de contaminación, particularmente del tratamiento de las aguas residuales. A partir de 1974, a demás de las visitas a las fábricas, se vienen organizando anualmente los programas de capacitación en las técnicas de tratamiento de las aguas residuales, técnicas de galvanoplastia, etc. dirigidos por el Ministerio de Comercio Internacional e Industria, dividiendo el país en seis bloques (Hokkaido y Tohoku, Kanto, Chubu, Kinki, Chuugoku y Shikoku, y Kyushu). Estos son ejemplos de cómo el Ministerio ha venido implementando las estrategias de prevención de contaminación, conjuntamente con el establecimiento de los instrumentos legales.

(3) Futuras tareas de preservación ambiental

“El desarrollo sostenible” no es posible sin los esfuerzos de todos los sectores industriales por la conservación ambiental a nivel global. La industria galvánica del Japón ha venido superando múltiples problemas de contaminación mediante medidas eficaces, aunque debemos seguir implementando las estrategias pro-ambientales teniendo una previsión del futuro. A continuación enumeramos los puntos que debemos tomar en cuenta:

1. Manejo de crisis: medidas contra accidentes y desastres
2. Prevención de infiltración de las sustancias perjudiciales y

contaminación de suelos

3. Medidas de reducción de DQO en los mares cerrados
4. Recuperación y reciclaje de recursos
5. Medidas contra los disolventes orgánicos
6. Medidas contra la evaporación del líquido de níquelado por vía química

10-5 Modificación técnica del sub-sector de la industria galvánica

10-5-1 Mejoras mediante promoción de la tecnología de PML en el sub-sector de la industria galvánica

(1) Medidas de mejoramiento de las técnicas de producción

A continuación entregamos las recomendaciones para mejorar las técnicas de producción, elaboradas sobre la base las observaciones hechas en las fábricas visitadas.

1) Reducción del baño de CN

Para las PYMEs de la industria galvánica es difícil contar con su propio sistema de tratamiento de aguas residuales por razones financieras y administrativas. Ante esta situación, y tomando en cuenta la alta toxicidad de CN, es importante buscar otro proceso que sustituya al baño de CN. En el cobreado, ya se está utilizando el baño de sulfato de cobre en lugar del baño CN.

Algunas empresas de la ciudad de Bogotá también han tomado consciencia sobre este problema, e iniciaron la búsqueda de alternativas.

2) Evacuación separada de las aguas residuales

Si bien es cierto que las gotas que se caen entre los procesos es inevitable, es necesario establecer un sistema que permita coleccionar y drenar el agua de manera separada según su calidad.

En un sistema de drenaje en el que las gotas se mezclan se hace difícil aplicar un sistema sencillo de tratamiento.

Tal como hemos descrito anteriormente, aún en una planta que no cuente con su propio sistema de tratamiento de las aguas residuales, si recoge separadamente el agua puede, por ejemplo en el caso de CN tratar exclusivamente su agua. La ventaja de este sistema es que al separar el agua residual según su calidad, se reduce el volumen de trabajo y se incrementa el rendimiento de operación.

3) Reutilización del agua de lavado mediante neutralización

El lavado es el proceso que mayor volumen de agua consume dentro de los procesos de recubrimiento. Se recomienda analizar la composición del agua de lavado en cada proceso, e implementar un sistema de reciclaje que consista en mezclar el agua ácida a la alcalina y viceversa para que se neutralice y volver a utilizar.

El reciclaje de agua permite reducir substancialmente el consumo de agua, lo que se traduce en tecnología de producción más limpia y en menor costo de producción.

(2) Medidas de mejoramiento del control de producción

Para no descargar los residuos (contaminantes) de las plantas de galvanoplastia, se recomienda tomar las siguientes medidas de mejoramiento en el aspecto del control de producción.

Si bien es cierto que no todas las medidas pueden ser adoptadas, por las diferentes circunstancias que rodean a las empresas, a continuación se proponen algunas medidas de mejoramiento que les servirían de directriz:

1. Realizar una cabal inspección de aceptación, a manera de no introducir ninguna causa de defectos a la fábrica.
2. Realizar el mantenimiento preventivo completo de los equipos, incluyendo el control de la composición de los baños, y no realizar operaciones innecesarias, incluyendo accidentales.
3. Seleccionar los materiales y procesos galvanoplásticos, así como los métodos de tratamiento preliminar y posterior de fácil reciclaje.
4. Evitar el recubrimiento innecesario en cantidad y lugar.
5. Omitir el traslado y transporte innecesario de materiales dentro y fuera de la fábrica.
6. Realizar el cabal control de herramientas, y eliminar cualquier herramienta defectuosa.
7. Simplificar en la mayor medida posible los procesos de recubrimiento, sin alterar la calidad de los productos.
8. Realizar un cabal control de la concentración de los líquidos de tratamiento (incluyendo, la solución galvanoplástica), y mantener la concentración mínima necesaria.
9. Agitar adecuadamente el baño y homogeneizar la distribución de la corriente para evitar el recubrimiento innecesario.
10. Prevenir la degradación de los líquidos de tratamiento (incluyendo la solución galvanoplástica), y procurar el ahorro de energía y recursos.
11. Ahorrar y recuperar el agua, en la mayor medida posible, para aliviar el proceso de tratamiento de aguas residuales.

12. Realizar el control cabal de calor, corriente eléctrica y agua, y ahorrar la energía.
13. Esclarecer el balance de materiales en el proceso de tratamiento de las aguas residuales, y controlar el despilfarro de los productos químicos.
14. Controlar adecuadamente los efluentes concentrados, lodos metálicos, y reciclarlos.
15. Reciclar las materias primas, equipos e instrumentos, y reducir la descarga de los residuos.

(3) Medidas de reducción de descarga de contaminantes industriales

Entregaremos las recomendaciones sobre este punto sobre la base de los resultados de la segunda etapa del estudio.

1) Cumplimiento de las Recomendaciones Preliminares (1) por las empresas

En la primera etapa del estudio, nuestro equipo ha preparado y entregado las Recomendaciones Preliminares (1) que incluían los siguientes temas:

1. Poner en práctica de las 5SS, incluyendo clasificación y ordenamiento
2. Mejorar el entorno laboral
3. Controlar o mejorar los colectores (bocas de descarga)
4. Estudiar y promover el sistema de circulación de agua

Estas han sido propuestas como una medida integral de la política de descontaminación industrial.

En la segunda etapa de nuestro estudio, hemos realizado el seguimiento en ocho empresas que no fueron seleccionadas como objeto de la auditoría detallada (dos empresas), y se comprobó el grado de cumplimiento de las Recomendaciones Preliminares (1).

Hemos observado que todas las empresas abordaban seriamente las tareas, aprovechando el tiempo libre resultante de la reducción de producción por la recesión económica. Los resultados del estudio se resumen en el Cuadro 10-18.

Cuadro 10-18 (1) Empresas visitadas para el seguimiento (segunda etapa)

Visited Date	Febrero 12, 1999	Febrero 12, 1999	Febrero 19, 1999	Febrero 19, 1999
Empresa	MECROTEC	COLOMBIANA ANODIZADOS	GUTEMBERTO	IMEGA
1. Recomendaciones ejecutadas	Cumplimiento de 3 S.	Mejoramiento sobre 3 S. (Local de preparación) (Local de producción)	3 S. en locales de arrollado y de disposición: muy bueno	Corredor para el personal: muy estrecho.
2. Contenido de recomendaciones (bajo estudio)		Fueloil → LPG (Abril '99)	Fosa colectora en construcción : Separación de aceite 1 → 3 Ampliación fosa (se concluyó a mediados de marzo de '99)	
3. Mayor mejoramiento	1. Modificación de arenadora. 2. Mejoramiento de reciclaje de agua (dos permutadores de iones)	El sistema de reciclaje de agua en construcción	1. Idem 2. Plan de instalación de la prensa de filtrado después de neutralización (agosto '99)	Sistema de reciclaje de agua en la fase de preparación (fin de marzo de '99)

Cuadro 10-18 (2) Empresas visitadas para el seguimiento (segunda etapa)

Fecha de visita	Febrero 23, 1999	Febrero 25, 1999	Febrero 25, 1999	Febrero 25, 1999
Empresa	INDUSTRIAL ELECTROQUIMICA	ACERAL ESTRUCTURAL	CHALLENGER	GALVANOTECNIA
1. Recomendaciones ejecutadas	Mejoramiento de ventilación (natural)	Conclusión del sistema de reciclaje de agua : Enero '99 → Junio '99	Sistema de chapado: no operaba Diciembre de '98	<p align="center">En venta</p> <p>Representante: Margarita Colina 1979: Compra de la empresa 1995: Instalación del sistema de tratamineto de agua subterráneo.</p> <p>Primer tanque: 2m³ Segundo tanque: 3m³ Tercer tanque: 5m³ Cuarto tanque: 5m³</p> <p>Costo de construcción: 20 millones de pesos. Observación de la guía de DAMA: En diciembre de '98 se suspendió el negocio debido a préstamos y precio no competitivo de productos</p>
2. Contenido de recomendaciones (bajo estudio)	Sistema de tratamiento avanzado de agua (control automático)	-		
3. Mayor mejoramiento	1. Sistema de relleno (normas e instrucciones) 2. Eliminación del baño de CN	-	Sistema de reciclaje de agua en la fase de planificación	

10-5-2 Medidas de mejoramiento de tecnología FT en el sub-sector de industria galvánica

(1) Información general de las plantas de tratamiento de aguas residuales de las fábricas estudiadas

De las diez empresas seleccionadas en la primera etapa del estudio, cuatro son plantas de galvanoplastia común, dos de la galvanización por inmersión en caliente; dos de la anodización de aluminio y dos del tratamiento superficial de los metales con ácidos y álcalis. De las cuatro fábricas de galvanoplastia común, sólo una (CHALLENGER) contaba con el sistema de tratamiento de las aguas residuales; este sistema consistía en la neutralización y en la coagulación y sedimentación de los metales pesados. Tres fábricas (CHALLENGER, GUTEMBERTO y GALVANOTECNICA) contaban con el tanque de neutralización porque utilizaban soluciones ácidas y alcalinas en el tratamiento preliminar. Por otro lado, ninguna contaba con un sistema de eliminación de DQO, DBO, SS, etc. de las aguas residuales. Sólo una (GUTEMBERTO) estaba dotada de un tanque separador sencillo de grasas y aceites, que a juzgar por la configuración del sistema de drenaje parece no sólo tratar los efluentes del proceso de desengrasado por álcali, sino también los aceites de máquinas, lubricantes, etc.

Sobre los efectos de estos equipos y sistemas de tratamiento, ya hemos analizado en el apartado “10-4-1 Nivel actual de la descarga de contaminantes del sub-sector de industria galvánica”. El equipo de coagulación y sedimentación está operando normalmente, logrando eliminar alrededor de 90% de los metales pesados como el Cr, Ni, Cu, etc. La concentración de las efluentes también cumple con las normas establecidas por DAMA. Esta misma fábrica cuenta con un tanque de homogeneización con una capacidad de 50m³ para absorber la variación de la concentración de las aguas residuales. Este tanque está instalada antes del sistema de tratamiento, gracias a lo cual, también el nivel de pH también satisface las normas establecidas. Por lo tanto, se podría seguir operando el equipo de coagulación y sedimentación existente sin necesidad de renovarlo; no obstante, se recomienda equipar los indicadores de pH integrados en línea a manera de detectar rápidamente la variación de los procesos, y así mejorar el sistema de control de producción.

(2) Mejoramiento de los equipos de tratamiento

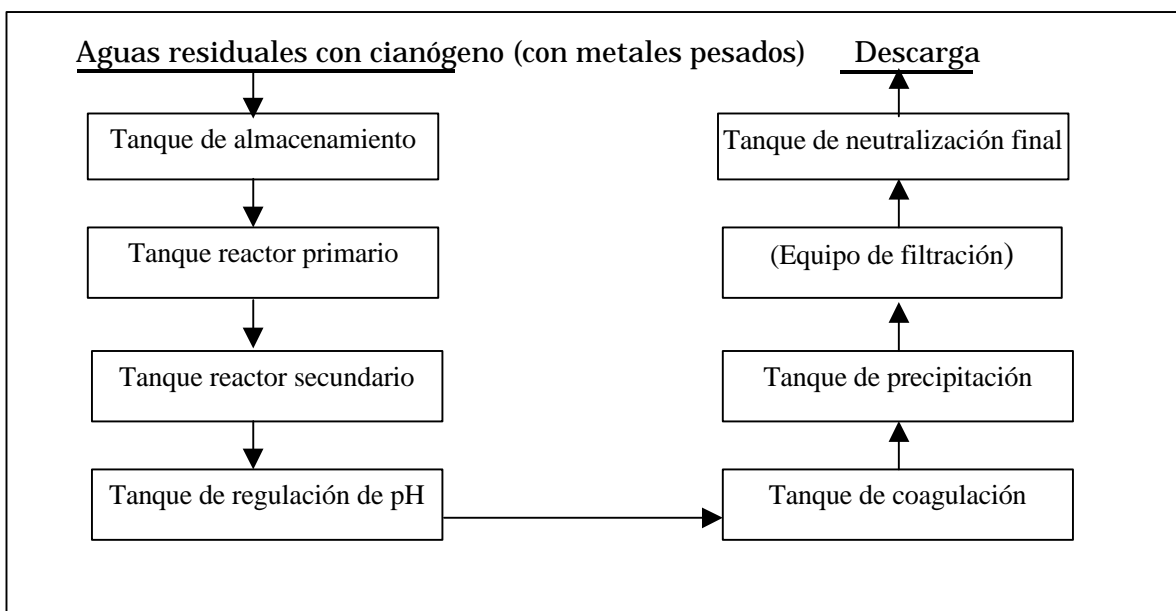
De las diez empresas visitadas, no sólo las cinco que se dedican al chapado común, sino también otras están utilizando los ácidos o álcalis para el tratamiento

preliminar de los materiales. Por lo tanto, todas estas plantas deben contar con su respectivo tanque de regulación de pH para tratar los ácidos y álcalis residuales de los efluentes y del agua de lavado antes de descargar al medio ambiente. Se recomienda mejorar este punto en la mayor brevedad posible.

El proceso de regulación del pH consiste en precipitar los metales pesados contenidos en las aguas residuales, en forma de hidróxidos de metales, y al descargar al medio ambiente solamente el agua decantada se reduciría substancialmente la carga contaminante de metales pesados que actualmente se descarga de las plantas galvánicas. De todas maneras, se requiere tratar adecuadamente también el fango precipitado en este proceso. En las plantas pequeñas, como una alternativa se recomienda extraer periódicamente los precipitados y someterlos a un proceso sencillo de deshidratación, y enterrarlos en un vertedero controlado o sitio de relleno estrictamente controlado.

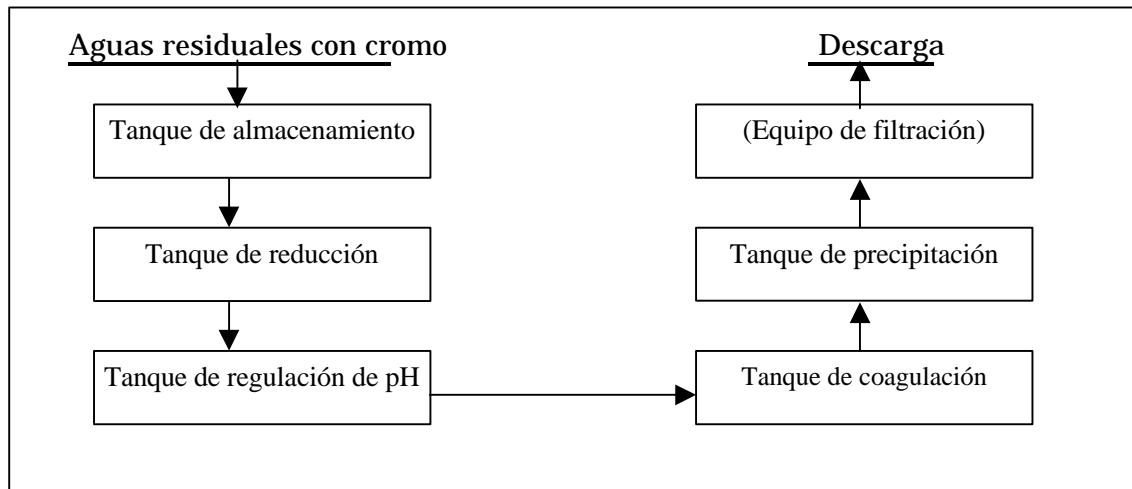
Las plantas que descargan grandes volúmenes de aguas residuales, requieren tratar las sustancias perjudiciales como CN y cromo exavalente. Si los efluentes contienen cianógeno se debe oxidar este elemento en la solución álcali aplicando hipocloritos como se muestra en la Figura 10-11. La oxidación del cianógeno se divide en reacciones primaria y secundaria; la primaria el cianógeno se convierte en el ácido cinámico, y en la secundaria este último es descompuesto en nitrógeno y anhídrido carbónico.

Figura 10-11 Tratamiento de cianógeno de las aguas residuales mediante aplicación de cloro a soluciones álcalis



Los iones de cromo hexavalente, si son de baja concentración, pueden ser eliminados mediante absorción en resina de intercambio iónico ácida si son de baja concentración. Sin embargo, el método más difundido consiste en reducir el cromo hexavalente de los efluentes en iones de cromo trivalente aplicando el bisulfato de sodio, y posteriormente agregar álcali para precipitar el hidróxido de cromo (Figura 10-12).

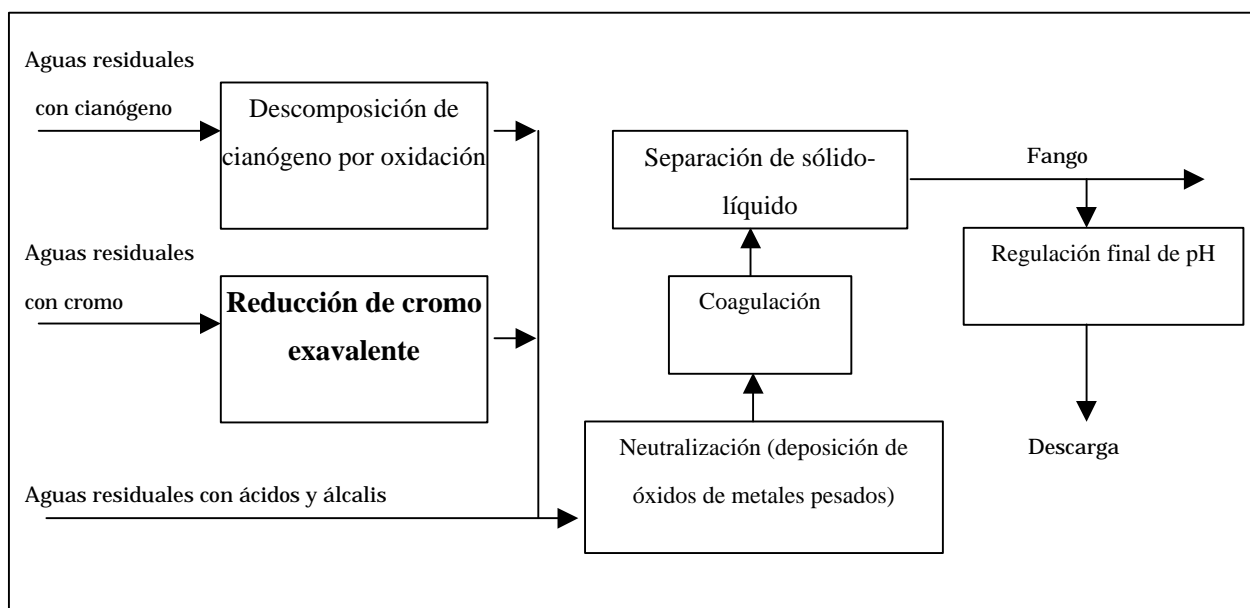
Figura 10-12 Tratamiento del cromo de las aguas residuales por el método de reducción



En la Figura 10-13 se muestra el diagrama de bloque del proceso de tratamiento estándar de las aguas residuales de galvanoplastia. Tal como se observa en este diagrama, el método más común es tratar de manera separada las aguas residuales según el contenido del cianógeno, cromo, ácidos y álcalis, y regular nuevamente el pH antes de descargar los efluentes al medio ambiente. En la práctica, el método más eficaz consiste en separar y tratar las aguas según el contenido de los contaminantes y el grado de concentración de estos.

Figura 10-13

Proceso de tratamiento estándar de las aguas residuales en la industria galvánica



Si se quiere realizar el tratamiento continuo como el que se muestra en la Figura 10-13, se requiere construir un sistema costoso que integra de 30 a 50 tanques, porque se necesitan también los tanques para los diferentes productos químicos como los ácidos, álcalis, coagulantes, etc. Esta inversión no podría ser asumida en este sub-sector, donde las empresas son predominantemente medianas y pequeñas. En una empresa pequeña (cuyo volumen de descarga diaria de las aguas residuales es de menos de 5m^3), se recomienda instalar un sistema de tratamiento por lotes (proceso discontinuo) integrado por menor número de tanques, como el que se muestra en la Figura 10-14.

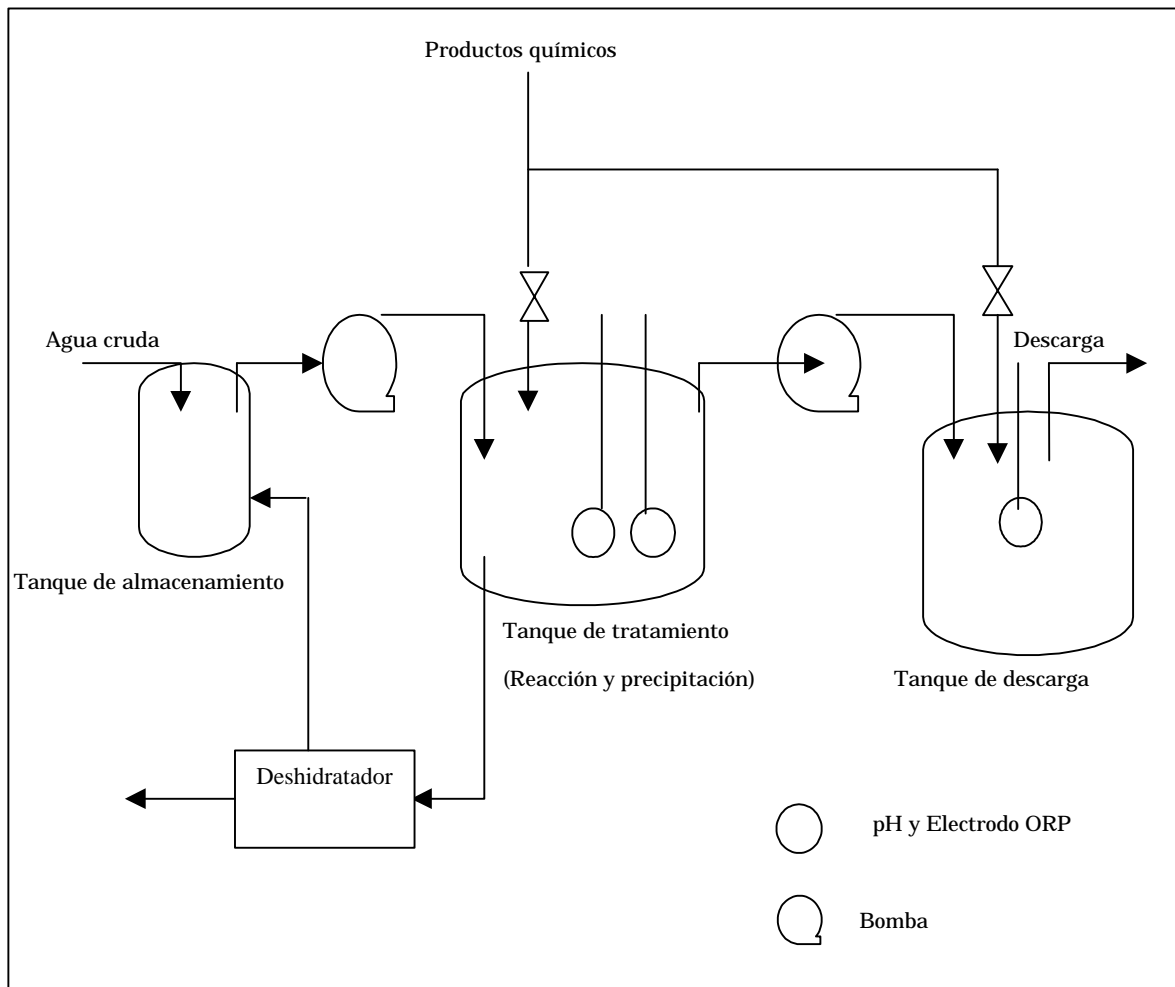
Sin embargo, en todo caso, se requiere equipar de tanques de almacenamiento y del sistema de tratamiento de los fangos precipitados.

En las diez empresas visitadas, ninguna contaba con un sistema de tratamiento de cianógeno o de cromo, por lo que hemos indicado los equipos estándares de tratamiento de aguas residuales que serían requeridos en un futuro cercano por las plantas galvánicas. Cabe señalar que unas empresas nos informaron que proyectan equipar de un sistema semejante, y algunas de ellas ya iniciaron las obras de instalación.

Sin embargo, hemos visto que la mayoría de las fábricas no disponen de espacio físico suficiente para implementarlo. Por lo tanto, recomendamos construir una planta centralizada donde tratar las aguas residuales de un plural número de empresas, para lo cual se requiere formular y materializar en la mayor brevedad

posible el concepto esquemático de los planes de reubicación de las industrias galvánicas, de los que se hablará más adelante.

Figura 10-14 Tratamiento de aguas residuales por el método de tratamiento por lotes (ejemplo)



10-6 Anteproyecto del plan de descontaminación industrial del sub-sector de industria galvánica

10-6-1 Coordinación con el plan de reubicación de la industria galvánica

DAMA, como una medida de descontaminación ha convocado a los medianos y pequeños empresarios, incluyendo los del sub-sector de industria galvánica, para elaborar el plan de construcción del parque industrial donde las empresas participantes compartan la planta de tratamiento de las aguas residuales.

En la segunda etapa del estudio, hemos discutido sobre el plan del bloque industrial

con los representantes de DAMA, ACERCAR y de las diferentes entidades del sector (AASOMMETAL, FEDEMETAL, etc.)

Esto fue porque en el Seminario realizado antes de la segunda etapa del estudio, los representantes antes mencionados nos solicitaron hablar sobre la realidad y los resultados alcanzados en los parques industriales galvánicos en Japón. Las conversaciones fueron muy fructíferas y satisfactorias.

En este apartado, resumiremos las diferentes opiniones del sector, y las consideraciones que deberían tomarse en la promoción del plan, basándonos sobre las experiencias en Japón.

Asimismo, vamos a exponer un ejemplo de experiencias japonesas a modo de referencia para el desarrollo del plan.

(1) Esfuerzos de los sectores para el establecimiento del parque industrial

1) Plan de Construcción del Parque Industrial de DAMA

El plan incluye a los siguientes cinco sectores:

1. Curtiembre
2. Procesamiento de carne de pollo
3. Industria galvánica
4. Metalurgia
5. Regeneración de residuos de plástico

Hasta ahora se ha realizado cinco presentaciones sobre el tema convocando a las pequeñas empresas de cada sector (de julio a diciembre de 1998). Hemos solicitado a DAMA los documentos utilizados en estas reuniones. Sin embargo, toda la presentación ha sido verbal y todavía no se tienen metas concretas (sobre cuándo, dónde, quién, con qué sectores y cómo se construiría el bloque industrial). Recién se ha iniciado el Estudio Preliminar del proyecto.

Cabe recordar que ya se tiene asegurado el presupuesto para la ejecución de este estudio.

2) Cooperación de ACERCAR en el plan de parque industrial

Dado que las empresas galvánicas no tienen una asociación que las represente, ACERCAR asume las gestiones de remitir y recopilar informaciones y opiniones del sector.

Actualmente, ACERCAR apoya a DAMA en ordenar el contenido del servicio de consultoría para la contratación y ejecución del Estudio Preliminar sobre plan de

parque industrial del sector galvánico.

Sobre estos puntos el equipo de estudio ha podido discutir plenamente con los representantes de ACERCAR.

3) Discusión con ASOMMETAL

Gracias a la coordinación de ACERCAR, hemos podido tener una reunión con los representantes de ASOMMETAL sobre el tema.

ASOMMETAL es la asociación de las PYMEs del sector metalúrgico, y también cumple el papel de cooperativa empresarial de la región. Fue fundada en 1989 y están asociadas 70 empresas en ella. Este organismo había comenzado a estudiar la posibilidad de construir un parque industrial a partir de 1992 como una solución al problema del suministro energético y como una medida de descontaminación industrial. Ya tiene asegurado el terreno necesario para la construcción del parque. Sin embargo, el plan ha sido suspendido temporalmente por razones de la planificación urbana de Santa Fé de Bogotá. Actualmente, se procura coordinar las gestiones con el plan del parque industrial que está impulsando DAMA. Entre los socios de ASOMMETAL están dos empresas de regeneración de plástico, quienes han manifestado su voluntad de trabajar conjuntamente en el parque industrial. Dado que existe una estrecha relación con el sector de galvanoplastia, este proyecto alberga un gran potencial de negocios, lo que justifica con mayor razón realizar los trabajos en un mismo parque.

4) Opiniones de FEDEMETAL

Las empresas asociadas a FEDEMETAL son empresas relacionadas con metal, y por lo tanto, se incluyen también las galvánicas. Sin embargo, todas ellas son empresas grandes y medianas, y ninguna de las PYMEs de electrodeposición visitadas en este Estudio son socias.

FEDEMETAL tiene fuerte interés en construir un parque industrial de PYMEs, y es quien nos ha solicitado hablar sobre las experiencias japonesas en el Seminario. FEDEMETAL considera que el parque industrial constituye el factor determinante de las medidas de descontaminación de las PYMEs.

Como se puede observar, el plan todavía se halla en la fase del Estudio Preliminar.

(2) Necesidad del proyecto de construcción del parque industrial

El sub-sector de la industria galvánica está constituido predominantemente por las PYME, con limitada capacidad financiera, por lo que se hace difícil que cada

empresa cuente con su propio sistema de tratamiento de las aguas residuales como una medida de prevención de la contaminación industrial.

La agrupación de varias empresas que compartan una misma planta de tratamiento de las aguas residuales de diversos índoles descargadas de cada una de ella podría ser una solución idónea desde el punto de vista tanto técnico como económico.

Particularmente, en lo que concierne a los costos, las empresas existentes sólo podrían contar con la planta de tratamiento de las aguas residuales asumiendo parte de los costos de construcción y de operación. También desde el punto de vista administrativa, la agrupación de las empresas de los sub-sectores relacionados multiplicaría las oportunidades de nuevos negocios.

Por este motivo, es fundamental que DAMA inicie el Estudio Preliminar del proyecto en la mayor brevedad posible.

(3) Situación actual del parque industrial galvánico en Japón

Tal como hemos descrito en el apartado 10-4-3, la industria galvánica japonesa ha materializado el proyecto de aglomeración de las industrias sectoriales, y logró superar el problema de la contaminación ambiental.

Actualmente, existen en el Japón unos treinta bloques industriales de galvanoplastia, donde la planta de tratamiento de aguas residuales colectiva ha contribuido no sólo al desarrollo de las técnicas de descontaminación, sino también de múltiples sistemas novedosos como el reciclaje de los recursos metálicos, según su tipo. Actualmente, estas plantas están operando de manera estable. A modo de ejemplo, quisiéramos presentar el caso de un parque industrial:

1) Magnitud del parque industrial galvánico

Anteriormente, en la zona Jonan (distritos de Ota, Shinagawa y Minato) de la ciudad de Tokio se ubicaban los talleres pequeños y medianos que constituían una típica fuente de contaminación. Estos talleres fueron reubicados en 1977, con la iniciativa del Estado y de la Alcaldía, en un nuevo parque industrial construido en Keihinjima del distrito de Ota, designada como la zona exclusivamente industrial.

El nuevo parque industrial está integrado por once empresas especializadas en electrodeposición y alumita, una empresa de materiales galvanizados y un fabricante de los equipos de galvanoplastia. El bloque incluye, además, una empresa que se encarga de tratar de manera centralizada los efluentes industriales, sumando un total de 14 empresas. El sitio ocupa aproximadamente 20,000m² de superficie, y alberga a unos 400 empleados.

Los terrenos habían sido proveídos por la Alcaldía de Tokio.

2) Actividades de las empresas participantes

En el Cuadro 10-19 se resumen el tipo de recubrimiento y las principales actividades que realizan las 14 empresas participantes.

La empresa "L" es un proveedor de insumos (productos químicos, etc.), que a la vez, se hace cargo de abastecer, almacenar y controlar los materiales e insumos de las empresas galvanicas.

La empresa "M" es un fabricante de equipos de galvanoplastia, que también brinda los servicios de mantenimiento de los mismos.

La empresa "N" se encarga de tratar las aguas residuales recogidas de las empresas integrantes. Esta empresa transmite los planes e instrucciones concernientes a la descarga de los efluentes a cada una de las empresas.

La empresa "N" fue fundada con el financiamiento de las empresas integrantes del bloque y se hace responsable de tratar las aguas residuales. Los costos de operación son asumidos por las empresas. Trabajan en ella dos ingenieros en la operación de las instalaciones.

Cuadro 10-19 Actividades de las empresas participantes

Empresas	Actividades
A	Galvanización de plásticos (autopartes, partes de los artefactos eléctricos)
B	recubrimiento electrolítico en tambor de Cu, Ni y de los metales precisos
C	Recubrimiento electrolítico en tambor de Ag, Sn y de soldadura
D	Galvanización de Au, Cu, Ni y Cr de las partes de los aparatos de iluminación, y electrodeposición
E	Galvanización de Cu, Ni, Cr y Zn
F	Galvanización de Cu, Ni, Cr y Au, niquelado por vía química y cromado duro
G	Anodización de aluminio
H	Galvanización de los agujeros pasantes de los tableros de circuito impreso
I	Galvanización de plásticos (partes de los artefactos eléctricos)
J	Galvanización continua de Cu y Ag de las partes electrónicas
K	Galvanización de Cu, Ni, Cr, Zn y Sn, niquelado por vía química
L	Venta de los materiales de galvanización
M	Fabricación de los equipos de galvanización
N	Centro Comunal de Descontaminación Centro Comunal de Descontaminación (Centro de Tratamiento de las Aguas residuales)

3) Evolución histórica del parque industrial

En el Cuadro 10-20 se resume la evolución histórica del parque industrial desde la fase de planificación hasta la terminación de obras.

Cuadro 10-20 Evolución histórica del parque industrial

1945:	Formación de la asociación de las empresas de galvanoplastia voluntarias
1969:	Creación del Comité de Investigación para la Modernización de la Industria Galvánica
1971:	Presentación del anteproyecto de reubicación al parque industrial a la Alcaldía de Tokio
Enero de 1976:	Evaluación y aprobación del anteproyecto de reubicación
Agosto de 1976:	Ejecución del proyecto
Septiembre de 1976:	Inicio de las obras de construcción
Julio de 1977:	Terminación de obras de construcción, e inicio de la mudanza
Agosto de 1977:	Inicio de operación
Período de construcción: 1 año y 3 meses	
Costo total del Proyecto: ¥ 4,150,000,000	

4) Ideología de la administración del parque industrial

La administración del parque industrial se basa, desde la fase del diseño, sobre los siguientes criterios:

- (a) Ahorro sorprendente de agua: El agua es un elemento determinante de la calidad de la galvanoplastia. Una de las condiciones impuestas a las empresas participantes en este proyecto fue reducir el consumo de agua a una décima parte del promedio de las empresas del sector. Sin embargo, las empresas se esforzaron en el ahorro de agua en todos los procesos, con la fe de que ésta es la clave para la solución de los problemas de contaminación ambiental. De esta manera, la planta de tratamiento de las aguas residuales tiene una capacidad reducida de solamente 120m³/día.
- (b) Recuperación de materiales útiles: Con el fin de minimizar la descarga de residuos industriales, se procura recuperar la mayoría de las materias útiles, aunque esto resulte una carga económica, y se ha logrado controlar el volumen de descarga de lodos, que constituyen el mayor problema para las fábricas galvánicas.
- (c) Tratamiento de los gases de escape: Se ha adoptado el sistema de tratamiento completo de tratamiento de los gases de escape, que contribuye a mejorar el entorno laboral de los trabajadores, y prevenir la contaminación del aire.
- (d) Los planes de descontaminación y de ahorro de los recursos han sido sometidos a un análisis para clasificar las actividades entre aquellas que deben ser manejadas por cada una de las empresas, y aquellas que convendría realizar en un marco colectivo, tomando en cuenta los diferentes factores que rodean las empresas. De esta manera, se ha adoptado un sistema racional y económico de tratamiento colectivo de los contaminantes.
- (e) Las 13 empresas (11 empresas galvánicas, un fabricante de equipos y un

suministrador de insumos) han sido ubicadas en siete edificios, de manera tal que pueda establecer un enlace eficiente de operación entre las empresas. Asimismo, para la distribución, se tomaron en cuenta múltiples medidas de racionalización en relación con el mantenimiento y reparación de las instalaciones, simplificación de los servicios de abastecimiento de los materiales, etc.

5) Función del Centro Comunal de Tratamiento y Prevención de Contaminación

En la Figura 10-15 se ilustra el funcionamiento del Centro de Descontaminación (Planta de Tratamiento de Aguas Residuales).

Cada empresa galvánica se responsabiliza de controlar los efluentes según los componentes y rutas de drenaje hasta su respectivo tanque de almacenamiento de las aguas residuales.

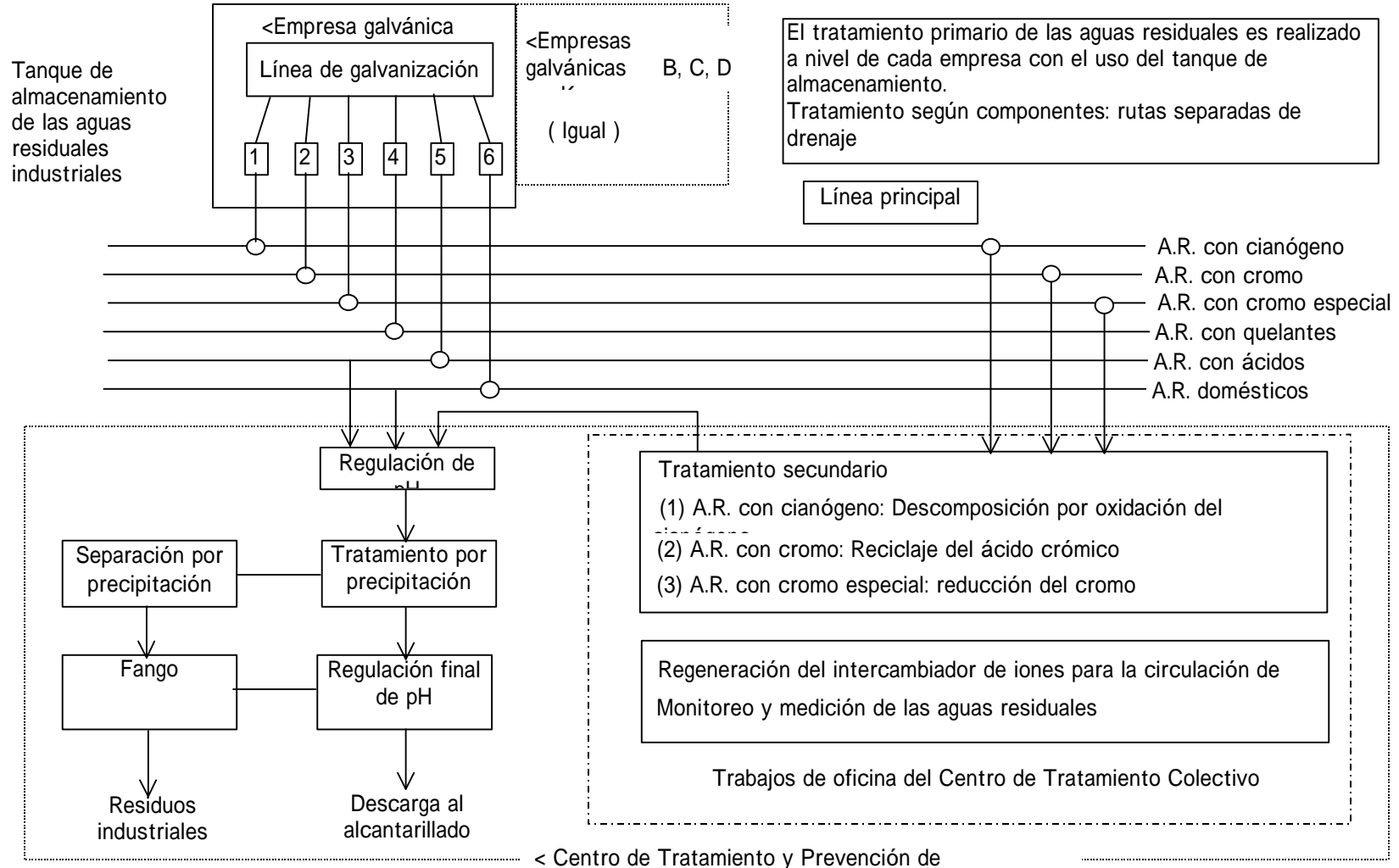
El tratamiento primario de los componentes de las aguas residuales es responsabilidad de cada empresa.

El Centro de Tratamiento estará al tanto del estado de los tanques de almacenamiento de las empresas (variación del volumen almacenado y de los componentes), y operará la planta siguiendo el plan de tratamiento de efluentes integral y eficiente.

En base a las experiencias alcanzadas en Japón y a los esfuerzos para la prevención de contaminación a nivel público descrito en el apartado 10-4-3(2), podemos resumir las características de los parques industriales del sector de galvanoplastia en Japón de la siguiente manera:

1. Existía un buen grado de organización y cooperación entre las empresas sectoriales.
2. La prevención de contaminación era un tema de crucial importancia, de la que dependía la supervivencia de la empresa.
3. Los sectores público y privado aunaron los esfuerzos para prevenir la contaminación.
4. Las empresas líderes de cada asociación local tomaron la iniciativa para estudiar la posibilidad de trasladarse al parque industrial.
5. Las empresas no sólo se trasladaron en grupo al terreno preparado por el sector público, sino que el estudio de reubicación incluía también la evaluación de la rentabilidad después del traslado, y tras un proceso de riguroso examen, se materializó el proyecto del parque industrial.

Figura 10-15 Funcionamiento del Centro de Tratamiento



(4) Consideraciones a tomarse para el fomento del proyecto del parque industrial

Considerando que DAMA actualmente está impulsando el proyecto de parques industriales de diferentes sectores, a continuación resumiremos las consideraciones a tomarse para el fomento de los proyectos similares, incluyendo de la industria galvánica.

1. Configuración de empresas: Las empresas que integrarían el parque industrial no sólo deben ser galvánicas sino también del sector afín (metalurgia).

Es importante multiplicar las oportunidades de negocio combinando varios sectores.

2. Empresas con derecho a participar

- 1) Empresas registradas

Las empresas deben estar registradas en la Cámara de Comercio y en DAMA para tomar parte del proyecto.

- 2) Las empresas con alto nivel administrativo y tecnológico

Un parque industrial no debe ser un hospital o un centro de rehabilitación.

- 3) Se les debe dar mayor prioridad a las empresas que eventualmente se encuentran dentro de las zonas residenciales o en barrios comerciales

3. Debe indicar los objetivos concretos del proyecto y hacer campañas de promoción.

Esclarecer la ubicación, cronograma e incentivos.

Para los efectos, es fundamental elaborar un plan concreto en la mayor brevedad posible contratando un centro de investigación o una firma consultora especializada en el tema.

10-6-2 Plan de fomento de las medidas de descontaminación industrial

En la segunda etapa del estudio se ordenaron las medidas de descontaminación del sub-sector de la industria galvánica que deben ser tomadas por las autoridades administrativas y por las empresas del sector, y se reunieron con los respectivos representantes para coordinar las gestiones. DAMA y ACERCAR representaron al sector público, y FEDEMETAL, ASOMMETAL y los empresarios (de dos empresas objeto de auditoría detallada y tres empresas electrodeposición) representaron al sector privado. Cada parte expuso su respectivo punto de vista y escucharon nuestra opinión. Después de sostener una serie de discusiones, hemos definido los

lineamientos del plan de fomento.

A continuación se describen los ítems indicados por el equipo de estudio durante las discusiones con los respectivos representantes colombianos.

1) Indicaciones del equipo de estudio

(a) Recomendaciones a DAMA

1. Es mejor no tratar de conocer todas las empresas pequeñas galvánicas, sino más bien orientar a las empresas registradas en la Cámara de Comercio, para que se registren también en DAMA en la mayor brevedad posible.

Aplicar medidas legales a las empresas que operan ilegalmente, detectadas de esta manera.

2. En cuanto a las normas, DAMA suele dar mayor importancia a los parámetros de la composición. Para abordar el tema de la contaminación industrial, el parámetro más importante es la carga ambiental (vol. de descarga x valores de composición).

3. Es importante controlar rigurosamente la descarga de aguas residuales de las grandes empresas.

Las grandes empresas realizan el control de aguas residuales por su propia cuenta, según la opinión de DAMA. Sin embargo, los resultados de la segunda etapa (el seguimiento) indicaban que no siempre es así. Es necesario, por lo tanto, tomar medidas reglamentarias según el volumen de descarga, tomando en cuenta la carga contaminante.

4. DAMA debería emitir certificado a las pequeñas empresas que hayan instalado el sistema de tratamiento de aguas residuales y aplicar diferentes incentivos.

5. Es fundamental impulsar firmemente el proyecto del parque industrial.

(b) A las empresas del sector

1. Las empresas deben registrarse en DAMA en la mayor brevedad posible.

2. Se debe organizar la asociación de las empresas galvánicas.

Debido a la ausencia de una asociación, se demora en la coordinación general de las empresas, en comparación con otro sub-sector.

No hay una buena comunicación entre el sector público y privado, y la reacción de las empresas con relación al problema de la contaminación es también lenta.

La asociación debería participar en la identificación de las empresas operadas

ilegalmente.

3. Debe elaborarse las medidas de descontaminación acorde con el tipo de recubrimiento.

- 1) Electrodeposición

- Estudiar la adopción del método "Non CN"
- Estudiar y poner en práctica el sistema de separación de aguas residuales
- Estudiar y poner en práctica el sistema sencillo de tratamiento de aguas residuales

- 2) Anodización

- Estudiar y poner en práctica el sistema de circulación de agua
- Estudiar y poner en práctica las medidas de prevención de goteo

- 3) Galvanización de zinc

- Estudiar y poner en práctica la neutralización después del lavado ácido y antioxidación
- Estudiar y poner en práctica el sistema de circulación de agua

4. Las empresas que no están en condiciones de instalar el sistema de tratamiento de aguas residuales deberían participar en el parque industrial.

- 2) Plan de promoción

Sobre la base de las indicaciones y recomendaciones presentadas anteriormente, el equipo de estudio preparó el Cuadro 10-21 "Plan de promoción (acción de DAMA)" y el Cuadro 10-22 "Plan de promoción (acción de las empresas)" que fueron explicadas y aprobadas por los respectivos representantes.

Este plan contiene acciones que deben implementarse en diferentes períodos de tiempo, las que fueron clasificadas en acciones a corto plazo (1 ó 2 años), a mediano plazo (3 ó 4 años) a largo plazo (de 5 a 10 años).

El tema del parque industrial del que se habló en el apartado 10-6-1 fue incluido en el Cuadro 10-21.

Los niveles de 50m³/día y de 30m³/día que han servido de criterios para clasificar las empresas según su tamaño, son meras referencias y deben ser revisada próximamente por DAMA.

Cuadro 10-21 Plan de promoción de la Descontaminación Industrial

*:Time limit

DAMA's action	Short Term	Medium Term	Long Term
<p>1. Promotion of Registration</p> <p>Plating Companies</p> <ul style="list-style-type: none"> • CN – Plating • Cu – Ni – Cr – plating • Others 	<p>1. To Chamber of Commerce</p> <p>2. To DAMA</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;"> Classification of companies <ul style="list-style-type: none"> • Inside • Outside </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> Prohibition of plating production by non registered Companies </div> <p style="text-align: right;">*</p>		
2. Setting-up Regulation on water consumption (Waste water volume)			
<p>1) More than 50m³/day or 1000m³/month.</p>	<p>Related companies action (A)</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;"> Every 3 month Report on waste water volume & Chemical composition </div> <p style="text-align: right;">*</p>	<p>(B)</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> Allocation of responsible person on waste water. </div> <p style="text-align: right;">*</p>	
<p>2) More than 30m³/day or 600m³/month.</p>		<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">(A)</div> <p style="text-align: right;">*</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">(B)</div> <p style="text-align: right;">*</p>
<p>3) Less than 30m³/day or 600m³/month.</p>			<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">(A)</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-left: 10px;">(B)</div> <p style="text-align: right;">*</p>
3. Setting-up of penalty regulation for violation of DAMA standards			
<p>1) More than 50m³/day or 1000m³/month.</p> <p>2) More than 30m³/day or 600m³/month.</p> <p>3) Less than 30m³/day or 600m³/month.</p>	<p>(C)</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> Suspension or Prohibition of plating production </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">(C)</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">(C)</div>

DAMA's action	Short Term	Medium Term	Long Term
4. Setting up Incentive Regulation			
(1) DAMA's certification	In case of satisfying the DAMA standards at the company. (Less than 30 m ³ /day or 600 m ³ /month)		
(2) Incentive regulation for the companies with DAMA's certification	DAMA should discuss with related authorities		
5. Industrial park for Plating industries / metallic industries			
(1) Study & Research: Contract of consultant	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> • Selection of Locations • Condition of moving incentive conditions </div> <div style="text-align: center; margin-bottom: 5px;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px; width: fit-content; margin-left: auto; margin-right: auto;">P.R. for only registered companies</div> <div style="text-align: center; margin-bottom: 5px;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px; width: fit-content; margin-left: auto; margin-right: auto;">Selection of participating Companies.</div> <div style="text-align: center; margin-bottom: 5px;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px; width: fit-content; margin-left: auto; margin-right: auto;">INDUSTRIAL PARK</div> <div style="text-align: center; margin-bottom: 5px;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px; width: fit-content; margin-left: auto; margin-right: auto;">STUDY</div> <div style="text-align: center; margin-bottom: 5px;">⇌</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px; width: fit-content; margin-left: auto; margin-right: auto;">INDUSTRIAL PARK</div>	<p>Note Priority: 1. Companies in residential area. 2. Companies in high technical level.</p>	
(2) Promotion			
(3) Evaluation: Contract of consultant			
(4) Design & execution: Contract of consultant			
(5) Modification or duplication of industrial parks			

Cuadro 10-22 Plan de promoción de la Descontaminación Industrial

*:Time limit

Company's action	Short Term	Medium Term	Long Term
1. For registration of Plating companies <ul style="list-style-type: none"> • CN – Plating • Cu – Ni – Cr – plating • Others 	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> • Registration <ol style="list-style-type: none"> 1. To Chamber of Commerce 2. To DAMA </div>		
2. For Regulation of Water consumption (waste water volume) (1) More than 50m ³ /day or 1000m ³ /month. (2) More than 50m ³ /day or 600m ³ /month. (3) Less than 30m ³ /day or 600m ³ /month.	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> • Study of discharge water system • Operator education and training • Recording of discharge water volumes and chemical composition </div>		
3. For penalty regulation for violaiton of DAMA standards (1) More than 50m ³ /day or 1000m ³ /month. (2) More than 50m ³ /day or 600m ³ /month. (3) Less than 30m ³ /day or 600m ³ /month.	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> • Installation of water treatment facility </div>		
	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> • Study for installation of Water treatment facility </div>		
	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> • Installation of water treatment facility </div>		
4. For Incentive regulation. (1) DAMA's certification. (2) Incentive regulation.	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;">Certification</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">Benefit</p> </div>		
5. For Industrial Park	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> PLATING ASSOCIATION </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> Participation in INDUSTRIAL PARK </div>	

Bibliografía

1. “Curso básico de enchapado metálico – Cooperativa de Industria Galvánica de Kanagawa”, Ed. Maki Shoten
2. Recubrimiento Metálico Práctico (III) - Cooperación de Japan Plating”, Ed. Maki Shoten
3. “Guía de galvanoplastia”, Cooperativa de Materiales Chapados de Tokio
4. “Guía de electrodeposición” Federación de Cooperativas de la Industrial Galvánica - Federación Nacional de Cooperativas Industriales de Recubrimiento Metálico
5. “Tecnología moderna de galvanoplastia”, Federación de Cooperativas de la Industrial Galvánica
6. “Mejoramiento ambiental de las plantas de galvanoplastia”, Federación de Cooperativas de la Industrial Galvánica
7. “50 años de historia de la Federación de Cooperativas de la Industrial Galvánica”, Federación de Cooperativas de la Industrial Galvánica
8. JIS Handbook “Tratamiento superficial metálico”, Japanese Standards Association, 1998
9. Obtención del certificado de ISO 14401 por empresas agrupadas – estudio de casos, Cooperativa Central de la Industria Galvánica

10-7 Selección de las empresas modelo objeto de la auditoría detallada

El equipo de estudio ha realizado visitas y auditoría a diez empresas en la primera etapa (de octubre a diciembre de 1998), sobre cuyos resultados se definieron los criterios de selección de empresas modelo indicados en el Cuadro 10-23. Aplicando estos criterios, se seleccionaron dos empresas objeto de la auditoría detallada para la segunda etapa.

Para la selección de las empresas modelo se tomaron en cuenta los siguientes puntos:

1. Seleccionar una empresa de chapado común y otra de anodización (en total dos) considerando la naturaleza de operación
Se excluyen las empresas que realizan solamente la galvanización por inmersión en caliente y lavado ácido, porque su contribución a la contaminación industrial es reducida y representa un pequeño porcentaje dentro de la industria galvánica de Santa Fé de Bogotá.
2. De los criterios de selección (Cuadro 10-23) se atribuyó especial importancia a la postura de las empresas.

Con base en los criterios mencionados, se seleccionaron las siguientes dos empresas como objeto de la auditoría detallada:

Chapado común	1 empresa
Anodización	1 empresa

Estas empresas aceptaron de buena manera cooperar con la segunda etapa del estudio, ante la solicitud del equipo japonés efectuada al concluir la primera etapa. En realidad, estas dos empresas han extendido su máxima colaboración al equipo japonés, a lo que quedamos muy agradecidos.

Cuadro 10-23 Evaluación para la selección

	Items de evaluación	Asignación	Chapeado común				Anodización		Decapado		Inmersión en caliente	
			P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	P-7	P-8	P-9	P-10
Efecto anticipado del mejoramiento	(1) Carga ambiental actual											
	(1) aguas residuales de proceso	30	30	20	20	0	10	5	5	5	20	10
	(2) residuos perjudiciales	10	10	5	5	0	5	5	0	0	5	5
	(3) aguas residuales generales	5	5	5	5	0	5	5	0	0	5	5
	Sub-total	40	40	30	30	0	20	15	5	5	30	20
	(2) Universalidad del problema	20	20	10	5	10	20	20	10	10	10	10
Total (1)	60	60	40	35	10	40	35	15	15	40	30	
Factibilidad del mejoramiento	(1) Factibilidad técnica											
	1) Mejoramiento de operación	15	15	10	10	0	15	15	0	0	5	0
	2) Reutilización y reciclaje de recursos de los materiales residuales	15	15	15	15	0	15	10	0	0	15	0
	3) Aplicación de nuevo proceso	5	5	5	5	0	5	5	0	0	5	0
	Sub-total	20	20	20	20	0	20	20	0	0	20	0
	(2) Postura de la firma											
1) colaboración	10	10	10	10	10	5	10	10	10	10	5	
2) intención	10	10	10	0	10	5	10	5	5	10	0	
Total (2)	40	40	40	40	20	30	40	15	15	40	5	
Total (1+2)	100	100	80	75	30	70	75	30	30	80	35	



10-8 Auditoría detallada 1 : (industria galvánica-1)

10-8-1 Perfil de la fábrica y operación en los últimos años

(1) Perfil de la fábrica

1) En el Cuadro 10-24 se resume el perfil de la fábrica.

El dueño de la empresa muestra gran interés por tomar las medidas ambientales y de seguridad, además de mantener la disciplina de los trabajadores.

Ante nuestra propuesta de llevar a la práctica la campaña de 5S a través de las R/P (Recomendaciones Preliminares)-(1) entregadas al concluir la primera etapa del estudio, se colocaron inmediatamente los carteles de mantener ordenados y limpios los lugares de trabajo (Foto 10-1).

2) En la Figura 10-16 se ilustra la configuración de la fábrica (disposición de procesos), y las fotografías de cada proceso en la Foto 10-2.

3) A modo de complementar el perfil de la fábrica del Cuadro 10-24, se presentan las siguientes informaciones recolectadas por el equipo de estudio.

1. Venta Figura 10-17

2. Estructura de costos Figura 10-18

Ambas figuras muestran la evolución de estos últimos cuatro años.

Cuadro 10-24 Perfil de la fábrica

1. Nombre	----
2. Dirección	----
3. Año de fundación	----
4. Representante Director de la fábrica	----
5. Capital	----
6. Número de empleados	15 (un ingeniero químico) Se propone aumentar a 30 empleados a finales de 2000
7. Terreno y edificio	Terreno 500m ² Edificio 300m ²
8. Productos (galvanoplastia)	1. Autopartes (funda de frenos) 2. tornillos y tuercas (piezas pequeñas)
9. Posición en el sub-sector	Participación en el mercado: 10%
10. Venta	----
11. Principales instalaciones y la capacidad instalada	1. Proceso de niquelado y cromado 250TM/año 2. Proceso de chapado de Zn y cromado Baño estático 480 TM/año Tipo tambor 480 TM/año
12. Observación	----
13. Visita del equipo de estudio	1a. etapa: 23 y 26 de octubre de 1998 2a. etapa: del 10 de febrero al 12 de marzo de 1999

Foto 10-1 Instrucciones de ordenamiento (cartel)

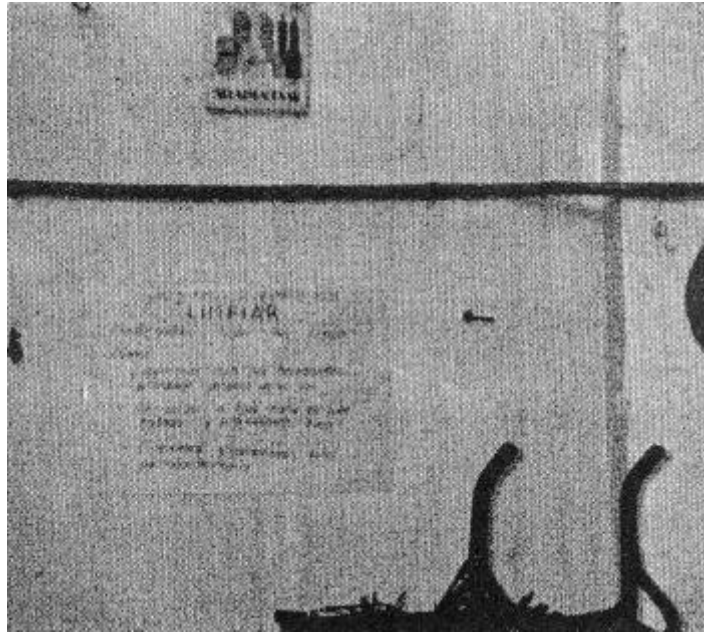
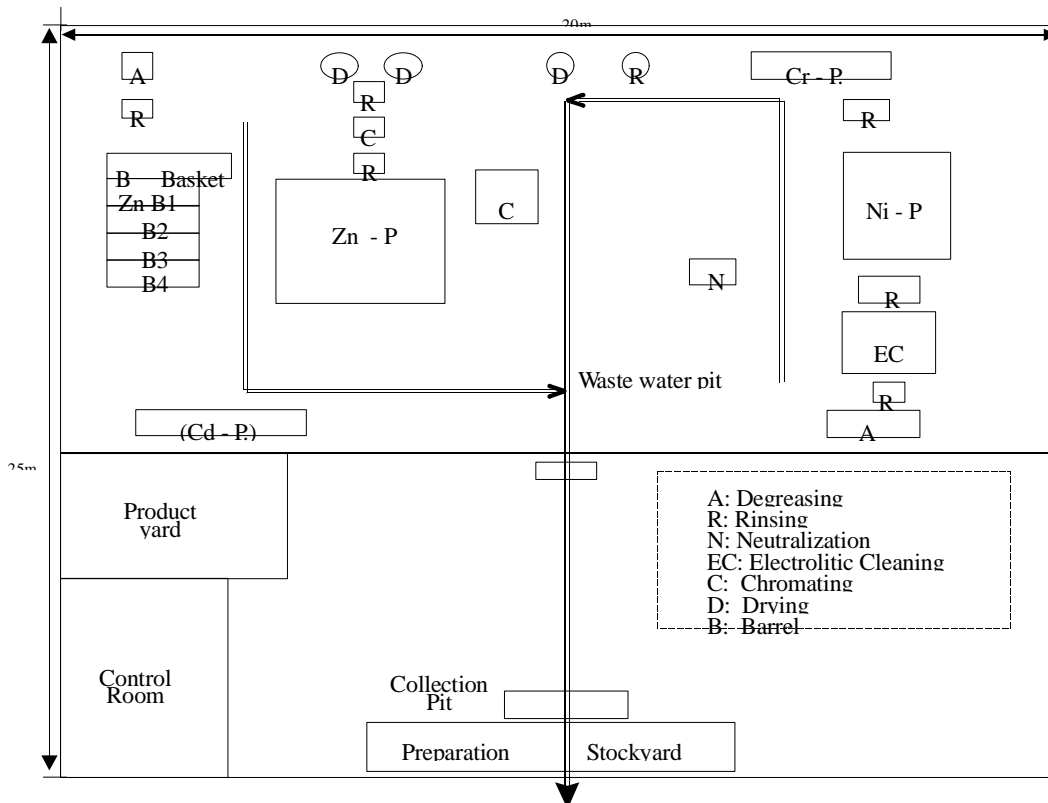
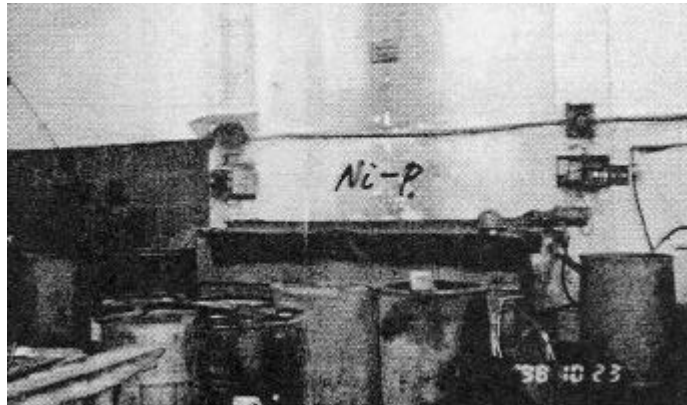


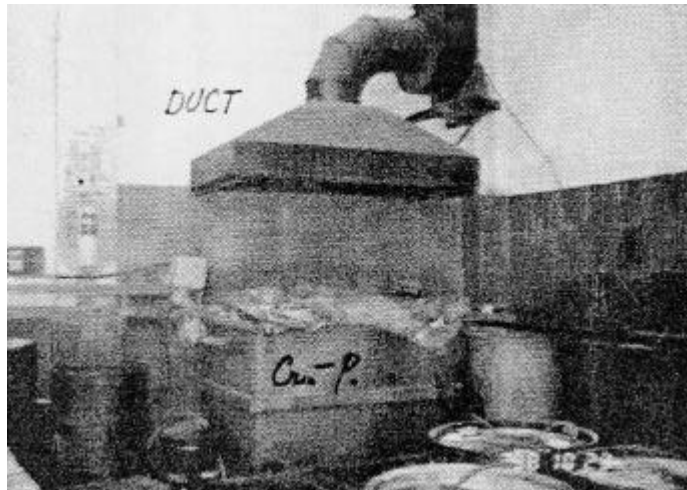
Figura 10-16 Configuración de la fábrica (Disposición de procesos)



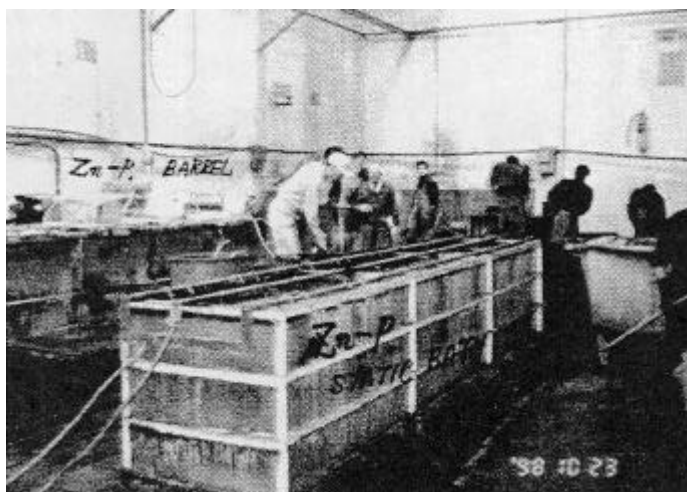
**Foto 10-2 Procesos representativos
(1) Niquelado**



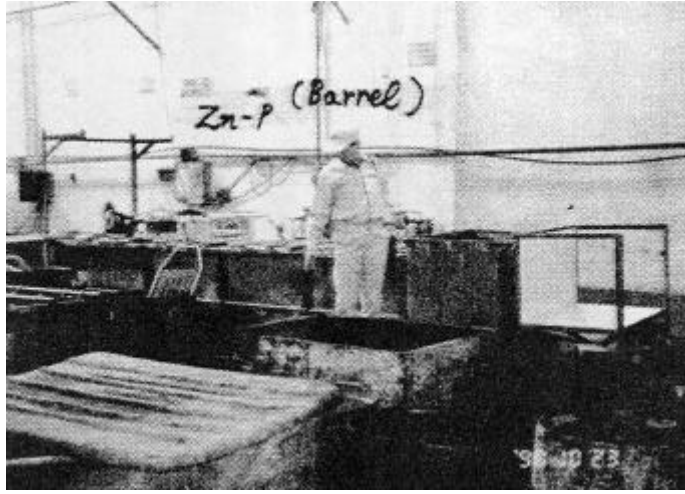
(2) Cromado



(3) Galvanización de zinc (Baño estático)



(4) Galvanización de zinc (tipo tambor)



(5) Galvanización de zinc (tipo tambor)

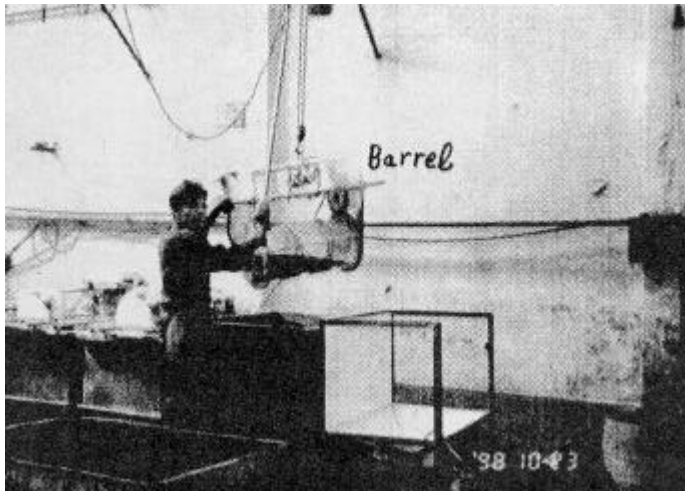


Figura 10-17 Venta

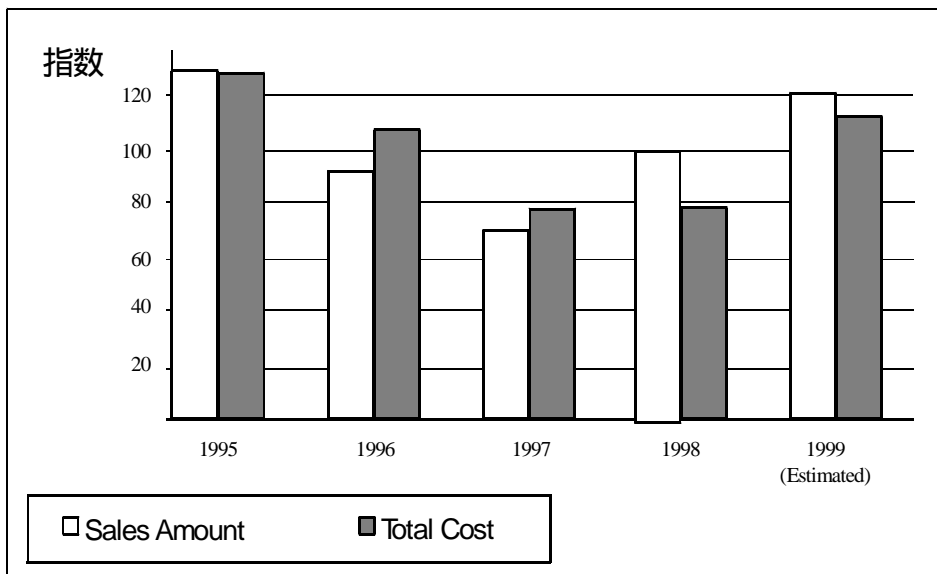
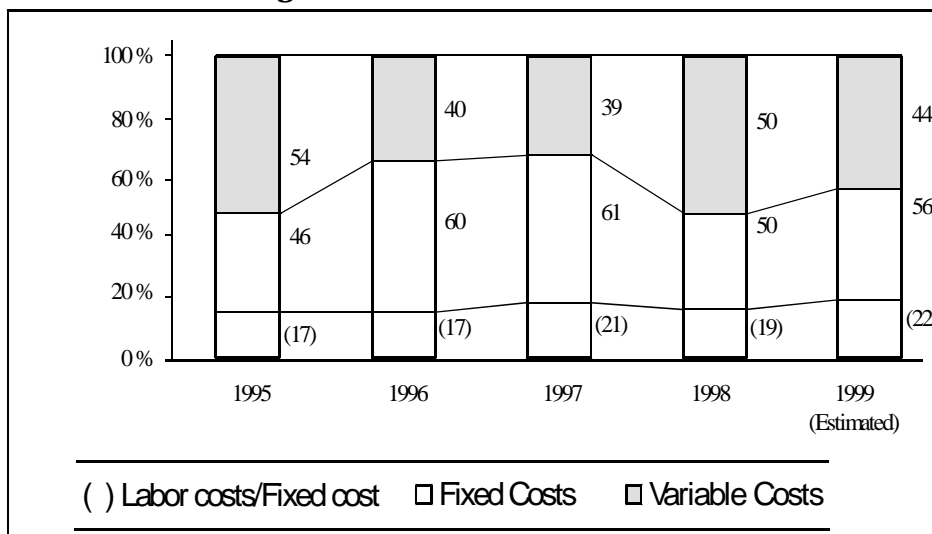


Figura 10-18 Estructura de costo



(2) Operación en los últimos años

La tasa del crecimiento económico de 1998 fue muy reducida con 0.2%. Muchas de las empresas visitadas en la primera etapa del estudio esperaban para este año (1999) una mejoría en los índices económicos, lo cual no se cumplió, sino más bien hubo un empeoramiento. En las 14 empresas visitadas esta vez, también hemos observado que la tasa de operación se había reducido reflejando la situación económica del país.

- 5 empresas grandes: Se redujo la tasa de operación de 20 a 30%
- 3 empresas medianas: Se redujo la tasa de operación de 30 a 40%
- 6 empresas pequeñas: Se redujo la tasa de operación de 50 a 60%

Este estancamiento de la industria galvánica viene de la disminución de la producción en los sub-sectores de construcción y de automóviles.

Dado que la empresa produce principalmente las autopartes, el impacto recibido por la recesión económica ha sido fuerte, y se vio obligado a reducir la tasa de operación por 60%, con una producción que equivale a menos de la mitad del año anterior.

El dueño de la empresa había propuesto como meta de venta para este año, la cifra indicada en la Figura 10-17 al concluir la primera etapa del estudio. Sin embargo, ante el decrecimiento drástico de la economía, el empresario manifestó su preocupación de que sólo podría alcanzar la mitad (o incluso menos) de la venta propuesta, que es el peor nivel en los últimos cuatro años.

Durante la auditoría detallada (segunda etapa del estudio), hemos visto que la operación de la fábrica era discontinua, y que el número de empleados se había reducido a la mitad (7 personas).

Sin embargo, por otro lado, el equipo del estudio quedó impresionado porque la empresa aprovechaba el tiempo libre para ordenar el lugar de trabajo, llevando a la práctica las 3Ss.

10-8-2 Situación actual y problemas de la tecnología de producción

(1) Diagrama de procesos

En la 10-19 se muestra el diagrama del proceso.

Como se puede ver, los principales procesos adoptados por la empresa son dos:

1.

 →

 →
2.

 →

 →

1) Pretratamiento

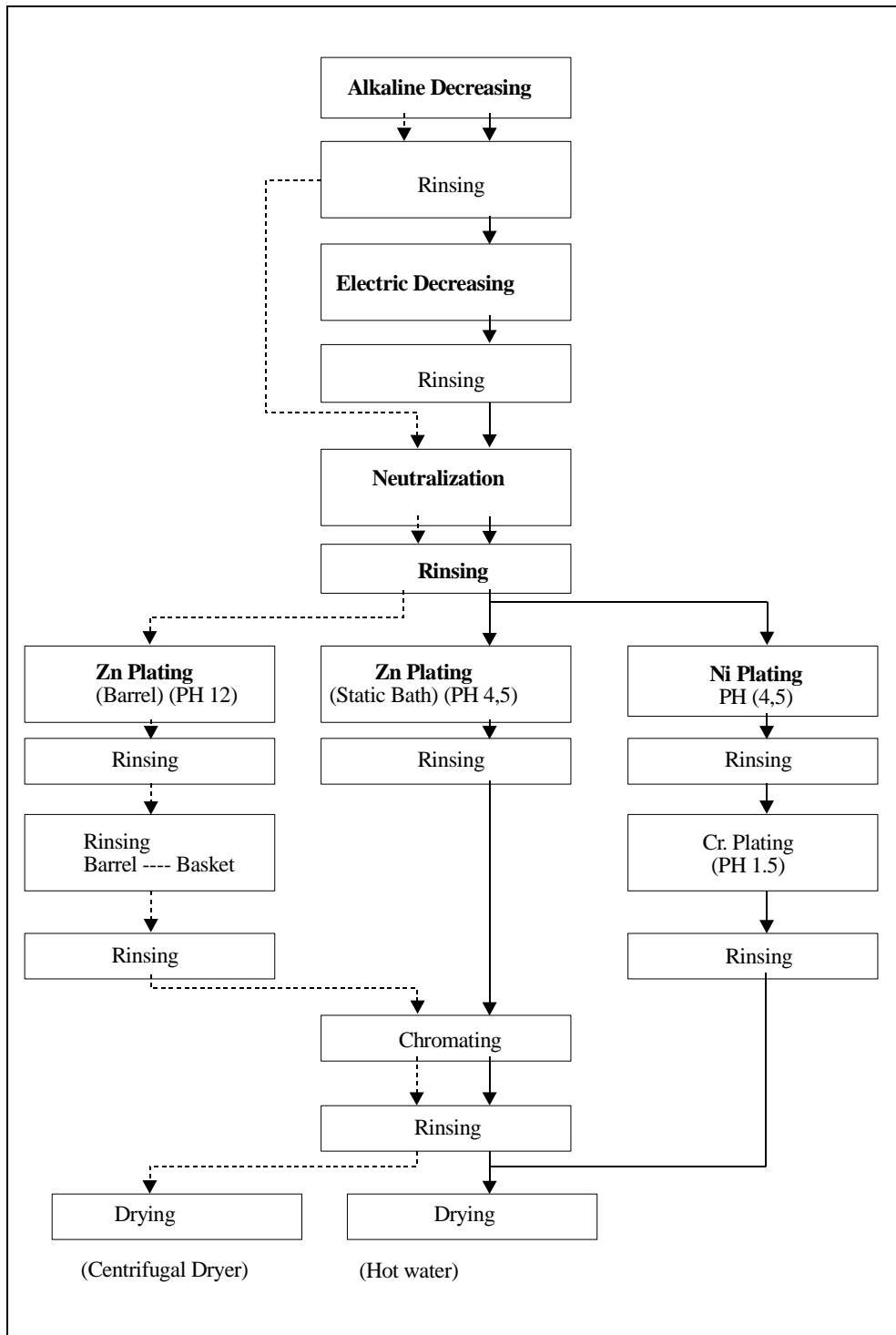
En el proceso de pretratamiento ilustrado en la Figura 10-19 los materiales que presentan alto grado de suciedad, especialmente con aceites y grasas adheridas (o que estas manchas se hayan secado) son sometidos al proceso de

.

Se realiza el control de recepción de materiales, y en la hoja de instrucciones de operación, se especifica si se somete o no al proceso de

.

Figura 10-19 Flujo de procesos



2) Niquelado y Cromatado

Con relación a la técnica de producción, hemos estudiado específicamente la posibilidad de utilizar algún baño que no sea CN (Baño Non-CN) para el recubrimiento en tambor.

Nota) El baño estático está compuesto principalmente por cloruro de zinc y de amonio y no contiene CN.

Los materiales que son ahora recubiertos en tambor son tornillos o tuercas (piezas pequeñas), con roscas muy finas y minuciosas. Cuando se realiza el recubrimiento de un conjunto de piezas pequeñas, la distribución de la corriente entre los materiales no es uniforme aún cuando haya suficiente corriente eléctrica en el tambor, y por lo tanto, la tasa de defectos se incrementa. Cuanto más finas sean las roscas, más desuniforme es la distribución de la corriente. Como solución a este problema, las fábricas utilizan el baño CN que ofrece un buen crecimiento de la capa de recubrimiento aún cuando se produce turbulencia en la distribución eléctrica.

La empresa ha realizado anteriormente ensayos de recubrimiento con otro tipo de baño, pero en todos los casos la tasa de defectos era alta, y se vio obligado a adoptar el baño CN. En la discusión y análisis conjunto con el equipo de estudio, también se ha llegado a la conclusión de que es difícil técnicamente reemplazar el baño CN por el Non-CN.

3) Niquelado y cromado

(a) Suspensión del cobreado (baño CN)

En la primera etapa del estudio, se observó que antes del niquelado, los materiales eran sometidos al recubrimiento de base de Cu con el baño CN, y se había acordado en buscar la posibilidad de omitir y suspender el proceso de cobreado estudiando la utilidad de los productos para realizar la PML.

Después de analizar las experiencias de las empresas japonesas, el equipo de estudio ha concluido que para la empresa que trabaja principalmente con los productos que deben ser altamente anticorrosivos, convendría omitir este proceso. La empresa, a su vez, realizó la investigación por su propia cuenta, y antes de la llegada del equipo de estudio, había decidido suspender el proceso de cobreado y había retirado el baño de CN. De esta manera, hemos podido comprobar en esta etapa del estudio, que ambas partes coincidieron en este punto.

La empresa había puesto la expectativa en buscar una técnica alternativa que sustituya al uso del baño CN también en el proceso de galvanización (recubrimiento en tambor) anteriormente mencionado, para poder abandonar completamente el uso del baño CN y así contribuir en la PML. Sin embargo, sólo se cumplió la mitad de su esperanza.

(b) Conducto de humo del cromado

En la primera etapa del estudio, habíamos visto que el conducto del humo no estaba

siendo operado adecuadamente (presentaba frecuentes desperfectos mecánicos y eléctricos).

En esta etapa del estudio, hemos observado que se le da buen mantenimiento al equipo y que éste funcionaba adecuadamente, excepto cuando se detuvo una vez por efectos del relámpago.

(2) Consumo y el balance hídrico de cada proceso

En la Figura 10-20 se resume el consumo de agua en los últimos cuatro años.

La empresa no cuenta con medidores de agua, excepto el de EAAB que está a la entrada. Por lo tanto, no se tienen datos cuantitativos del consumo de agua por cada proceso (línea).

El equipo de estudio ha investigado el comportamiento de operación, frecuencia del llenado y vaciado del tanque de enjuague, capacidad de las zanjas y boca de desagüe, para estimar el balance hídrico según procesos.

1) Consumo de agua

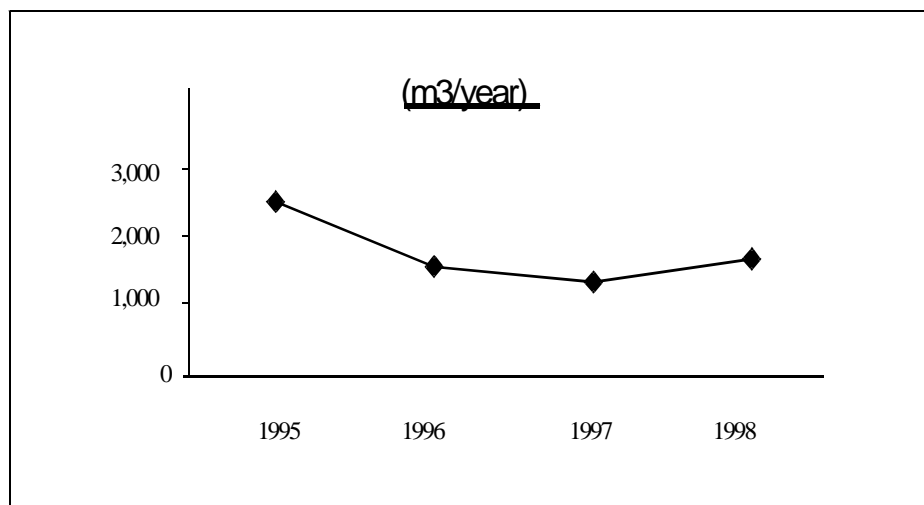
El consumo de agua se estima en $1800 \text{ m}^3/\text{año}$ ($150 \text{ m}^3/\text{mes}$), según la Figura 10-20.

Esto se traduce en unos $5 \text{ m}^3/\text{día}$.

Este volumen incluye el agua industrial y doméstica. Sin embargo, éste último debe ser reducido ya que en la planta trabajan sólo 15 personas, y se deduce que la mayor parte del agua es consumido con fines industriales. En otras palabras, unos 5 m^3 de agua al día es descargado al alcantarillado como efluente industrial.

Nota) Las aguas residuales industriales y domésticas son evacuadas por diferentes tubos de desagüe.

Figura 10-20 Consumo de agua (volumen de descarga)

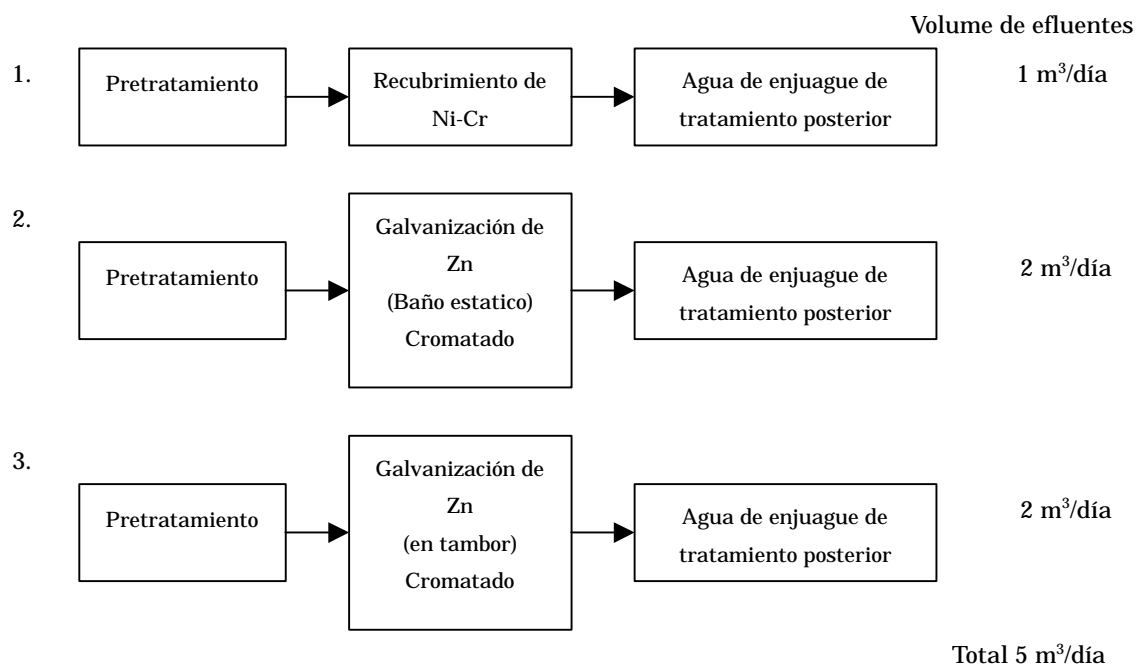


2) Balance hídrico según procesos

En la Figura 10-16 antes mencionada se ilustró también las rutas de desagüe de la planta. Sólo existe una boca de desagüe. Para estimar el balance hídrico según procesos, se bloqueó la boca de desagüe y se calculó el volumen de las aguas residuales según horas, y paralelamente se comparó con los procesos operados en esta hora. Los resultados se muestran en la Figura 10-21.

La mayor parte de las aguas residuales, en todos los procesos, provenía del enjuague. El goteo que se produce en cada proceso es reducido en volumen, pero su concentración es alta por contener los componentes del baño.

Figura 10-21 Balance hídrico según procesos

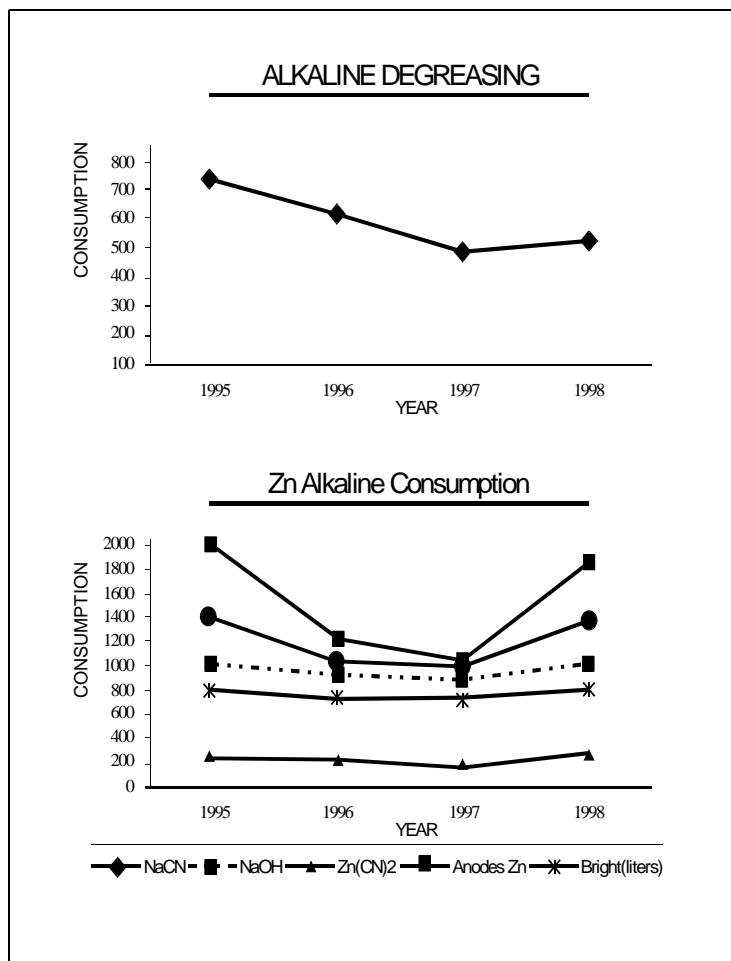


(3) Consumo de productos químicos

En la Figura 10-22 se muestra el consumo de los productos químicos.

Al considerar la operación y la naturaleza de los productos de la empresa, el consumo de los productos químicos es adecuado, lo cual demuestra la estabilidad de la tecnología de producción de la empresa.

Figura 10-22 Consumo de productos químicos



(4) Problemas relacionados con la tecnología de producción

Si observamos cada proceso independientemente, el nivel tecnológico de la empresa es alto, y combinado con las técnicas de control de producción (de las que se hablarán más tarde), la operación de la empresa es muy estable. Sin embargo, si vemos todos los procesos como un conjunto, todavía existe un gran problema a resolver desde el punto de vista de la PML: no se realiza el drenaje separado de los efluentes.

Este problema no sólo es de la empresa, sino de todas las empresas visitadas en la primera y en la segunda etapa del estudio. Parece ser que en Colombia todavía no se le da suficiente importancia al concepto de manejar las aguas residuales según sus componentes. Hemos consultado varias literaturas locales sobre la tecnología de producción, y en ninguna hemos podido encontrar textos que argumentaban sobre el manejo diferenciado de los efluentes.

Los efluentes de la industria galvánica pueden ser clasificados de la siguiente manera:

1. Línea de galvanización con el baño CN
2. Línea de galvanización sin el baño de CN
3. Línea de cromado (incluyendo cromatado)
4. Línea de ácido y álcali (pretratamiento)

En el caso de la empresa, se considera que debe clasificar los efluentes, por lo menos, en las siguientes tres líneas, según la configuración de la fábrica (disposición de los procesos) de la Figura 10-16 :

1. Línea de galvanización con el baño CN
 - Galvanización de zinc (tambor)
2. Línea de cromado
 - Galvanización de zinc (baño estático) - cromatado
 - Chapado de Ni-Cr
3. Pretratamiento
 - Desengrase con álcali y lavado ácido (neutralización)

Sobre el manejo diferenciado de los efluentes, hablaremos más detalle en el apartado correspondiente a la descarga de los contaminantes industriales (10-8-4). La empresa ha comprendido plenamente las ventajas y la importancia de clasificar las tres líneas de drenaje, después de que el equipo de estudio demostró las ventajas del manejo diferenciado de los efluentes sobre la base de los datos de análisis tomados en esta etapa.

10-8-3 Situación actual y problemas de la tecnología de control de producción

(1) Organización y personal de la fábrica

Las PYMEs cuentan con una superficie reducida del terreno y construcción, y por lo general, se puede visualizar fácilmente el lugar del trabajo.

La empresa es una empresa pequeña donde trabajan 15 personas (7 personas en la segunda etapa del estudio), y el jefe de la fábrica asume también el control de producción.

El despacho del jefe se ubica a la entrada de la fábrica, desde donde se puede controlar la entrada y salida de los materiales, además de visualizar el lugar de trabajo.

(2) Control de compra, proceso y calidad

Existen criterios de control fundamentados. Hemos solicitado varios datos a la empresa, los cuales fueron proporcionados inmediatamente. El hecho demuestra que los datos e informaciones están debidamente archivados.

Para la composición de los diferentes tipos de baños que es el factor más importante en una empresa de galvanoplastia, la empresa no cuenta con un laboratorio propio, debiendo contratar el servicio del suministrador de los productos químicos para que realizara el análisis periódica de la composición de los baños (cada dos semanas). El suministrador, al informar los resultados del análisis, emite sugerencias a la empresa, y ésta realiza el control de baños tomando en cuenta las sugerencias del suministrador. La empresa cuenta con más de 20 años de experiencia en la operación, y su nivel tecnológico de control de baño es lo suficientemente alto, según la observación del equipo del estudio.

Además, los datos del análisis de los baños están debidamente archivados de tal manera que se les puede dar un seguimiento temporal.

(3) Control del medio ambiente

1) Control del entorno laboral

(a) 5S

Tal como se indicó en el apartado anterior sobre el perfil de la empresa, la lógica de 5S coincide con la filosofía administrativa del director (dueño), y hemos observado que se está cumpliendo las prácticas de 5S hasta el mínimo detalle.

(b) Conducto de humo del cromado

Como se indicó en el apartado relacionado con la tecnología de producción, esta vez hemos observado que el conducto de escape del humo de Cr^{+6} producido en el proceso de cromado operaba adecuadamente para evitar que los operadores aspiren este gas.

Estos dos puntos mencionados han sido propuestos a la empresa a través de las R/P-(1), y hemos comprobado que la empresa había tomado las acciones requeridas.

Esta agilidad en responder a las recomendaciones demuestra la seriedad y la voluntad del empresario.

2) Control ambiental desde el punto de vista de contaminación industrial

La empresa no cuenta con el laboratorio propio y por lo tanto no dispone de los datos sobre la composición de las aguas residuales.

Para el análisis de la composición de los baños, se contrata el servicio del

suministrador de los productos químicos. Recomendamos tener también investigar periódicamente la composición de las aguas residuales.

El 20 de enero de 1999, la EAAB realizó una inspección de los efluentes de la empresa, y detectó que los valores de algunos parámetros superaban las normas de DAMA (establecidas por la Resolución 1074/97). Esto obliga a la empresa a pagar una multa, cuyo monto todavía está en negociación. El equipo de estudio tuvo la oportunidad de revisar este comunicado, y encontró que los valores de pH no concuerdan con la naturaleza de la operación de la empresa, además que indica la concentración del plomo es superior a lo establecido, pese a que el plomo es un componente que no utiliza la empresa. Por lo tanto, puede ser que haya habido un error en el manejo de datos por parte de EAAB.

La empresa no cuenta con un sistema de tratamiento de aguas residuales, y esto hace que sea difícil cumplir con las normas de DAMA. En todo caso, la empresa debió haber tomado la muestra del mismo efluente tomado por EAAB, y realizado el análisis por su propia cuenta.

Hemos explicado al empresario que los datos del control periódico de composición de los efluentes, antes señalado, serviría también para evitar la ocurrencia de un suceso similar.

(4) Problemas relacionados con la tecnología de control de producción

El problema está en la composición de las aguas residuales en el control ambiental. Para solucionar completamente este problema se requiere instalar un sistema de tratamiento, del que se hablará más tarde. Aquí exponemos las acciones que debería tomar por el momento la empresa:

1. Control periódico del volumen y composición de los efluentes
 - Efectuar mediciones con un intervalo de dos a tres meses
 - Archivar los datos de mediciones
 - Comprobar los datos normales y anormales
2. En el caso de efectuar el análisis de calidad de agua por un tercero (EAAB, etc.):
 - la empresa deberá realizar el análisis del mismo efluente y archivar los datos

10-8-4 Descarga actual y técnicas de tratamiento de los contaminantes industriales

(1) Descarga actual de los contaminantes industriales

Los contaminantes industriales que se descargan de los procesos de chapado de la

empresa son: 1) CN, 2) Cr⁺⁶ y 3) metales pesados como Zn, Ni, etc.

Las aguas descargadas de los procesos de chapado casi nunca presentan problemas en los parámetros como DBO, DQO, SS, aceites, etc. El nivel de pH, que está sujeto también a la regulación, es comparativamente más fácil de controlar que los tres componentes anteriormente mencionados, y puede ser solucionado con las mismas acciones diseñadas a reducir los contaminantes industriales. Por lo tanto, el estudio en esta etapa fue enfocado a los tres componentes mencionados.

La empresa se había visto obligada a realizar la operación discontinua a efectos de la recesión económica del país. Esto nos ha permitido realizar el estudio comparativo de los contaminantes descargados según el tipo de operación que se estaba realizando en el momento, y la empresa ha tenido la gentileza de coordinar la operación a manera de facilitar la ejecución de nuestro trabajo, a lo que estamos muy profundamente agradecidos.

La Figura 10-23 muestra los datos del análisis de CN, Cr⁺⁶, Zn y Ni según el tipo de operación.

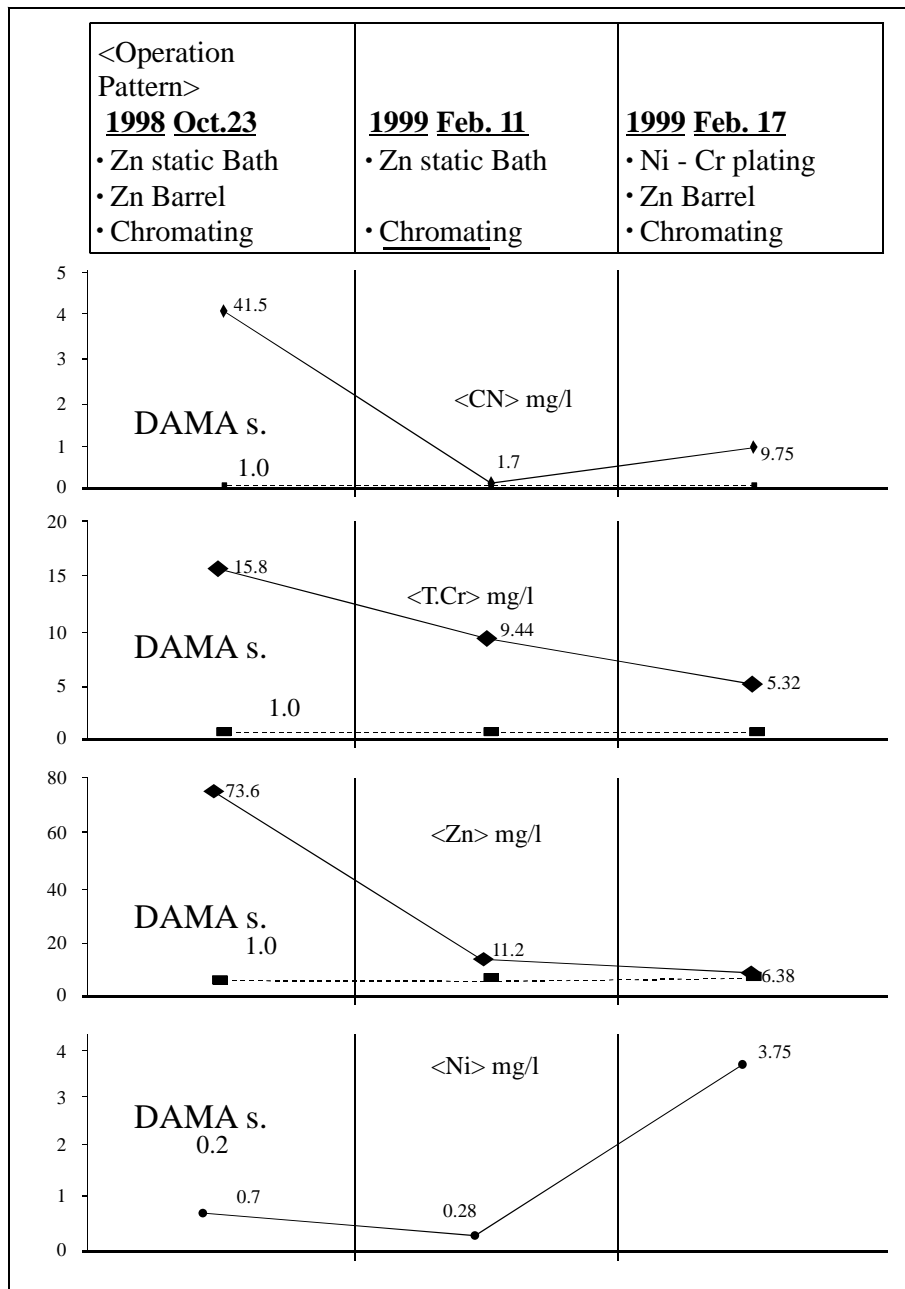
Los tipos de operación fueron:

1. Galvanización de Zn (baño estático y tambor) - cromatado
---- datos analizados del 23 de octubre de 1998 (primera etapa del estudio)
2. Galvanización de Zn (baño estático) - Cromatado
---- datos analizados del 11 de febrero de 1999 (segunda etapa del estudio)
3. Recubrimiento de Ni-Cr, y de Zn (tambor) – Cromatado
---- datos analizados del 17 de febrero de 1999 (segunda etapa del estudio)

Los datos de la Figura 10-23 reflejan, lógica y claramente, las condiciones de operación.

1. La tasa de operación en octubre de 1998 ha sido sumamente alta.
2. Los datos CN del 11 de febrero de 1999 han sido sumamente bajos porque ese día no se utilizó el baño CN.
Nuestra preocupación era que los compuestos de CN estén acumulados en las zanjas y en la boca de descarga, lo cual se comprobó que no existe.
3. La clara diferencia que se observa en la composición de los efluentes según el tipo de operación, demuestra la eficacia de realizar el drenaje separado de los mismos para dar un tratamiento adecuado.
(Las diferentes operaciones realizadas en diferentes horas, también han sido una forma del drenaje separado de efluentes.)

Figura 10-23 Datos de análisis según comportamiento de operación



De todo lo anterior, que los contaminantes descargados por la empresa son los siguientes, aunque estos datos pueden variar según la tasa de operación de la fábrica:

1. El nivel de CN es de 10 a 40 veces más alto que la norma de DAMA: 10 - 40 mg/l
2. El nivel de Cr T. es de 5 a 15 veces más alto que la norma de DAMA: 5-15 mg/l
3. El nivel de Zn es de 2 a 15 veces más alto que la norma de DAMA: 10-70

mg/l

4. El nivel de Ni es de 5 a 15 veces más alto que la norma de DAMA: 1-3 mg/l

Por otro lado, se estima que el volumen (carga) de los contaminantes es sumamente reducido, si se toma en cuenta el volumen de efluentes de la empresa (5m³/día) y el balance hídrico según procesos (Figura 10-21).

(2) Técnicas de tratamiento

La empresa no cuenta, a la fecha, con un sistema de tratamiento de aguas residuales, lo cual es necesario para solucionar cabalmente el problema de la descarga de los contaminantes, antes mencionado.

Anteriormente, la empresa realizaba el cobreado con el baño CN como pre-tratamiento del recubrimiento de Ni-Cr. Sin embargo, a finales de 1998, se suspendió el proceso de cobreado. Sobre este punto, se ha indicado ya en el apartado 10-8-2(1).

Se considera que el juicio de la empresa ha sido muy adecuado, porque el abandono del baño de CN no sólo permite reducir la concentración de CN en los efluentes, sino que además simplificaría el manejo diferenciado de los efluentes en el futuro.

Cabe recordar que la eliminación de la fuente de contaminación también es una técnica de la PML.

10-8-5 Propuestas y recomendaciones para la descontaminación industrial

(1) Esfuerzos para disminuir la contaminación industrial

La empresa muestra fuerte interés en la descontaminación industrial, y hasta ahora ha estudiado y puesto en práctica las siguientes acciones:

1. Suspensión el recubrimiento de Cd: se suspendió la operación hace 4 años
2. Suspensión del uso del baño de CN (cobreado) : se suspendió la operación a finales de 1998

Se logró suspender el uso del baño de CN, eliminando el proceso de cobreado que se realizaba antes del recubrimiento de Ni-Cr, y alargando a cambio el tiempo de tratamiento del niquelado. Esto ha sido uno de los logros de la empresa en la PML.

(2) Propuestas del equipo de estudio

Sobre la base de un estudio conjunto entre el equipo japonés y la empresa, se propone tomar las siguientes acciones de descontaminación:

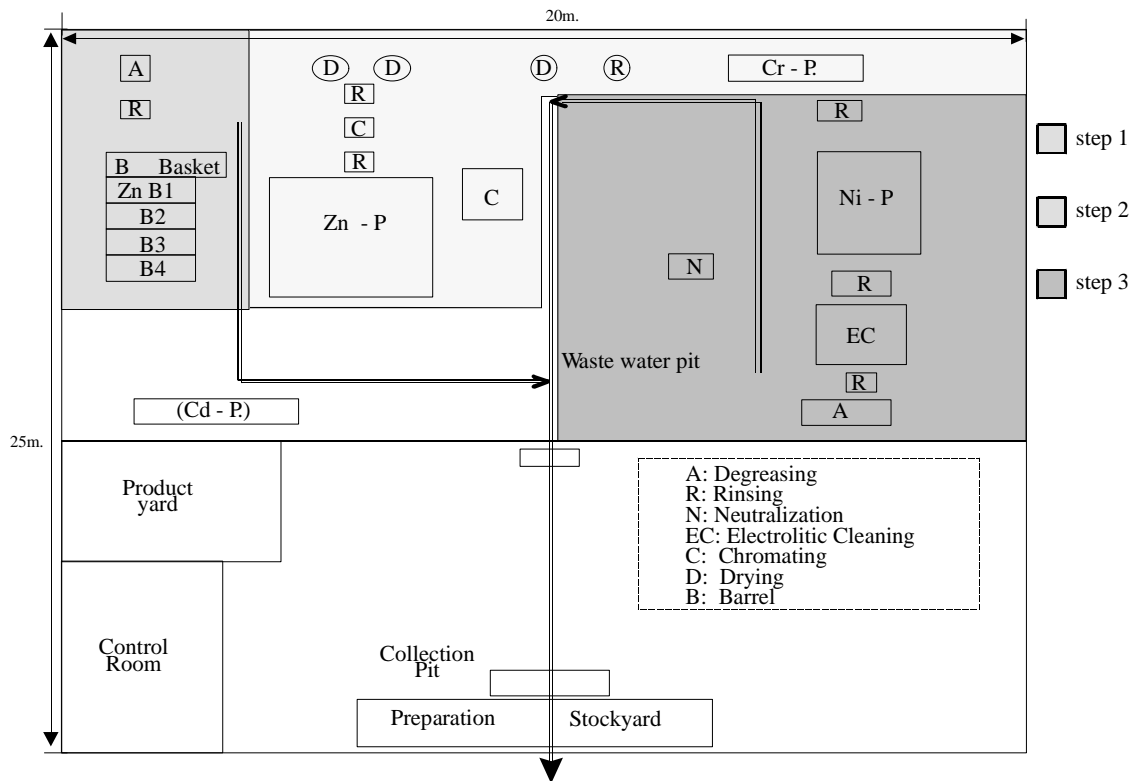
1. Realizar el drenaje separado de las aguas residuales como parte integral de la tecnología de PML
 - (1) Realizar la zonificación del lugar de trabajo según las líneas de chapado
En la Figura 10-24 se ilustra una alternativa de zonificación
 - (2) Ordenar y aprovechar eficazmente el espacio donde se realizaba el cadmiado
 - 1) Utilizar el antiguo tanque de cadmiado (0.6m^3) para el almacenamiento temporal de las aguas residuales
 - 2) Instalar el sistema de tratamiento de aguas residuales en el espacio donde se realizaba el cadmiado ($2.2\text{ m} \times 2.6\text{m} = 5.5\text{ m}^2$ aprox.)

2. Propuesta del plan de ejecución
Dada la dificultad de realizar la zonificación sin interrumpir la operación, se ha elaborado un plan de ejecución gradual a manera de tomar paulatinamente las acciones pertinentes.
Este plan apunta también el aprendizaje de las técnicas de tratamiento de aguas residuales, y al mismo tiempo disipar la carga de los equipos e inversiones.
En el Cuadro 10-25 se resume el plan de mejoramiento gradual.

3. Como el primer paso, se propone aislar completamente el CN y los efluentes de la línea de galvanización de zinc (en tambor) de los demás procesos. Estos son colectados en un tanque de almacenamiento. En la Figura 10-25 se muestra el plan de mejoramiento.

4. Plan concreto del sistema de tratamiento de aguas residuales
En la Figura 10-26 se ilustra el sistema de tratamiento de aguas residuales. Este sistema es de tipo discontinuo (Batchwise) que permite llevar a cabo el plan de ejecución gradual indicado en el Cuadro 10-25.
En la Figura 10-26 se presentan todos los equipos necesarios para realizar todos los pasos del plan gradual. Lógicamente, el equipamiento deberá ser fortalecido paulatinamente.

Figura 10-24 Zonificación



Cuadro 10-25 Plan de mejoramiento gradual

<p>Basic Idea</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Isolation of each process (CN, Cr⁺⁶, others) ----- Installation of walls and pits. 2. Installation of storage tanks ----- Discharged water including rinsing water and dropping water from each process, is stocked in the storage tank. 3. Installation of treatment facility ----- Batch-wise treatment facility. <p>1st step plan : <u>CN-Treatment</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Isolation of barrel plating and rinsing for CN-process 2. Storage tank (1-2 m³) 3. Reaction tank (2 m³) 4. Piping from CN zone pit to storage tank. 5. Pump 6. Covers between each tank <p style="border: 1px dashed black; padding: 5px; text-align: center;">Treatment operation : Total 1 hour : TRAINING STAGE</p> <p>2nd step plan : <u>Cr⁺⁶-Treatment</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Isolation of Cr-plating and chromating processes 2. Piping and pump <p>3rd step plan : <u>Total Treatment</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Additional storage tank. 2. Piping and pump. 3. Filter press

Figura 10-25 Plan de mejoramiento - Instalación de tratamiento de CN

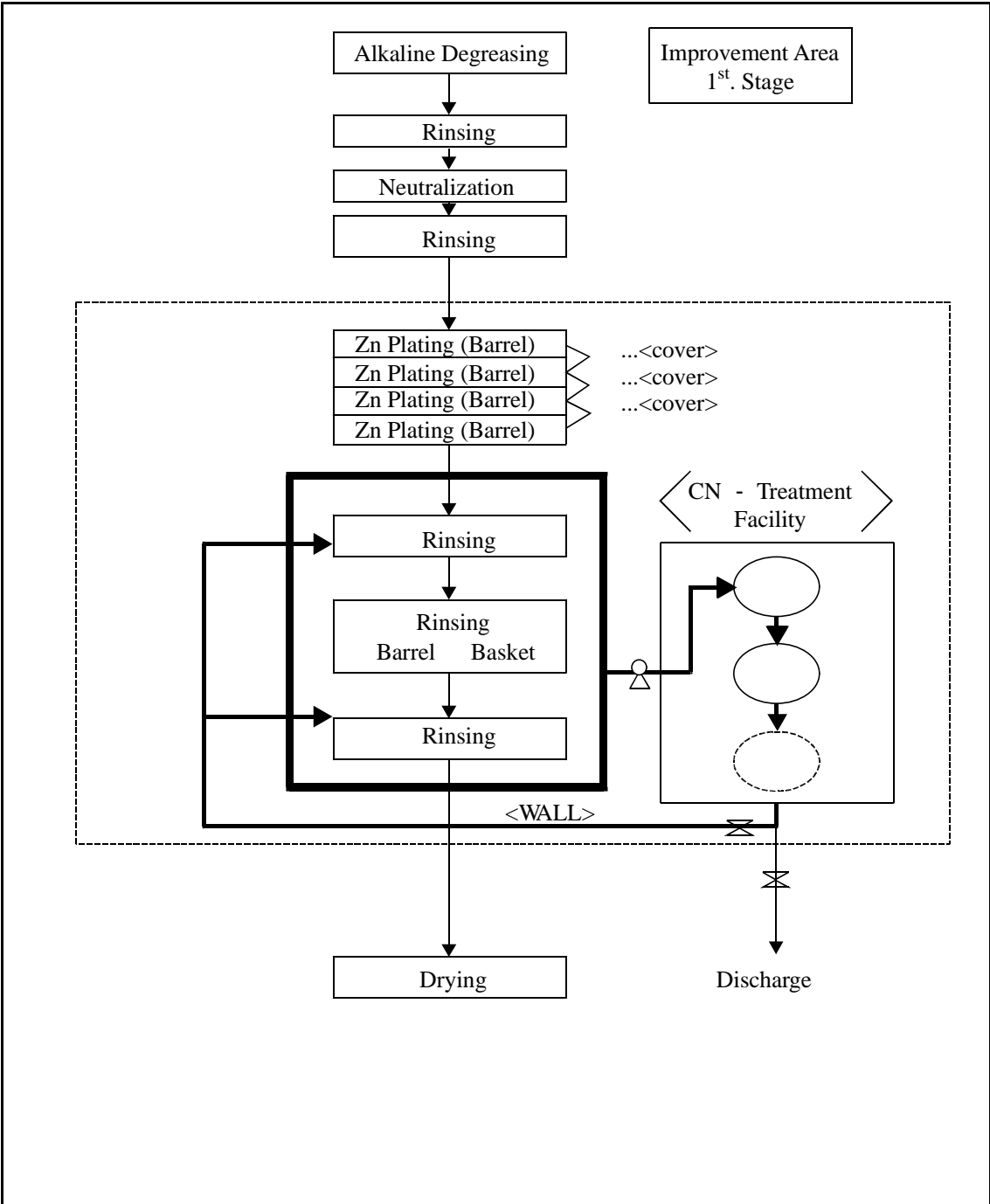
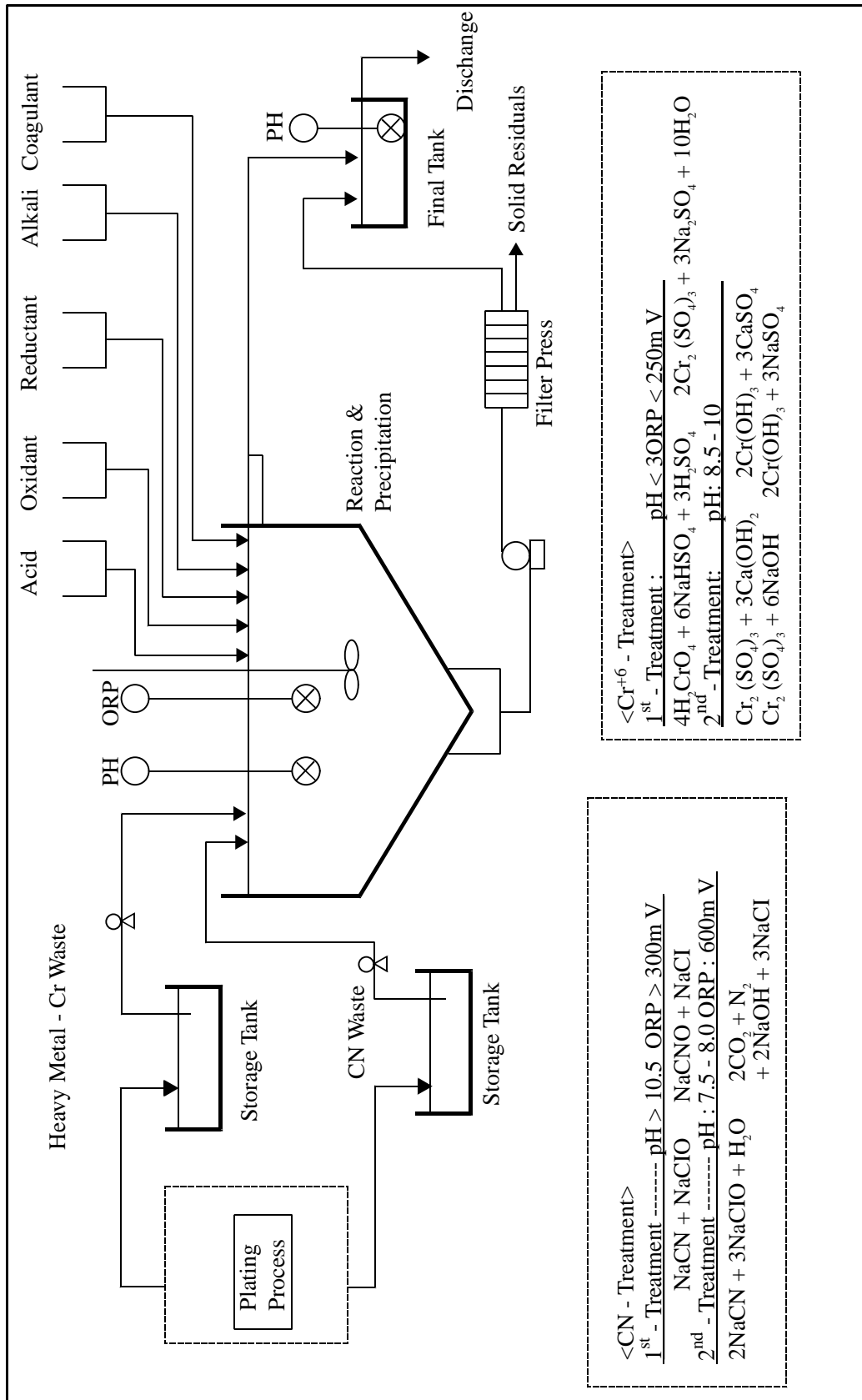


Figura 10-26 Método de tratamiento discontinuo de las aguas residuales del enchapado metálico



(3) Plan de acción

La empresa aceptó de buena manera las propuestas del equipo de estudio.

Antes de llevar a la práctica dichas propuestas, la empresa deberá estudiar y definir los siguientes puntos:

1. Seleccionar el método de separación de los efluentes según líneas entre pared o fosa o
2. excavar el lugar donde se va a instalar el sistema de tratamiento de aguas residuales para lograr mejor capacidad de trabajo y reducir el costo de construcción.

Es aún difícil definir el cronograma concreto de ejecución en medio de la situación económica actual; no obstante, se ha definido como una meta el siguiente cronograma para el plan gradual indicado en el Cuadro 10-25:

- Primer paso: Sistema de tratamiento de aguas residuales – tratamiento de CN

A principio del año 2000

- Segundo paso: Tratamiento de Cr^{+6}

A finales del año 2000

- Tercer paso: Se completará el proceso de tratamiento total a mediados de 2001

10-8-6 Costos requeridos para tomar las medidas y evaluación económica

En el Cuadro 10-25 mencionado anteriormente, se definieron las acciones que la empresa debe tomar para la prevención de la contaminación industrial.

En este apartado, queremos calcular los costos de instalaciones, obras y de operación según ítems, a la par de estimar el beneficio económico esperado por cada acción, para tener una evaluación económica global y entregar algunas sugerencias al respecto.

(1) Costos de instalaciones y de obras

Sobre la base del cálculo realizado por la empresa, el equipo de estudio ha estimado el costo de instalaciones tomando en cuenta el esfuerzo propio de la empresa debidamente discutido. En el Cuadro 10-26 se resumen los resultados.

Cuadro 10-26 Costos de instalaciones y de obra

Acciones	Costo estimado (pesos)	Con el esfuerzo propio de la empresa
Primer paso		
1. Aislamiento del proceso de CN (zanja, pared, fosa colectora)	1,500,000	Sólo el costo de materiales 800,000
2. Tanque de almacenamiento (1 ó 2 m ³)	1,000,000	Uso del tanque de Cd 200,000
3. Tanque de tratamiento (2 m ³) incluyendo medidores de pH, ORP)	15,000,000	Sólo el costo de materiales 9,700,000
4. Tuberías	800,000	Sólo el costo de materiales 500,000
5. Bomba (1)	300,000	300,000
6. Protector (PVC)	200,000	200,000
Total	18,800,000	11,700,000
Segundo paso		
1. Aislamiento del proceso de Cr ⁺⁶	1,500,000	Sólo el costo de materiales 800,000
2. Tuberías	900,000	Sólo el costo de materiales 600,000
3. Bomba (1)	300,000	300,000
	2,700,000	1,700,000
Tercer paso		
1. Tanque de almacenamiento (2m ³)	1,000,000	Sólo el costo de materiales 800,000
2. Tuberías	900,000	Sólo el costo de materiales 600,000
3. Bomba (1)	300,000	300,000
4. Prensa de filtrado	450,000	450,000
Total	2,650,000	2,150,000
Total global	24,150,000	15,550,000

(2) Costo de operación

El costo de operación incluye, por lo general, los gastos del personal, de los insumos y del mantenimiento. Sin embargo, en este caso no se ha incluido el gasto del personal considerando que el sistema será manejado por el mismo operador que realiza el chapado.

Tampoco se ha calculado independientemente el costo de mantenimiento, considerando que éste estará incluido entre el costo de mantenimiento de la fábrica en general.

Por lo tanto, el costo de operación sólo incluye los gastos de insumos. En el Cuadro 10-27 se entregan los resultados del cálculo.

(3) Beneficios económicos esperados

Como los beneficios económicos del sistema de tratamiento de agua, se espera ahorrar el costo de agua mediante el sistema de recirculación de este recurso, quedar libre de la pérdida ocasionada por el incumplimiento de las normas de

Cuadro 10-27 Costo de operación

Productos químicos	Requerimiento anual	Precio unitario (pesos)	Costo (pesos)
1. Tratamiento de CN NaClO	640Kg	1900	1,216,000
2. Tratamiento de Cr+6 NaHSO3	880Kg	1600	1,128,000
3. Tratamiento. Integral NaOH	500Kg	1970	1,485,000
H2SO4	200Kg	1560	1,112,000
Coagulante	100l/l	1800	1,180,000
Costo total anual			2,021,000

DAMA, ya sea el pago de las multas o suspensión de la operación, mediante la recuperación de los metales pesados.

1) Ahorro de agua mediante recirculación

En la empresa se puede recircular y reutilizar el agua tratada de CN y del lavado álcali o ácido neutralizándola.

Del balance hídrico actual se reduce que el volumen recirculable es de 4m³/día (Figura 10-21). Sin embargo, considerando las condiciones de trabajo, se deduce que la tasa de recirculación será de 50%, resultando en 2m³/día aprox.

$$\text{Ahorro de agua} = 2\text{m}^3/\text{día} \times 25 \text{ días/mes} \times 12 \text{ meses} = 600 \text{ m}^3/\text{año}$$

$$\text{Traducido en pesos: } 600\text{m}^3/\text{año} \times 300 \text{ pesos/m}^3 = \underline{180.000 \text{ pesos/año}}$$

2) Recuperación de los metales pesados

El volumen total de descarga de agua de la empresa es muy reducido (5m³/día) y la recuperación de los metales pesados del agua tratada no resulta económica, por lo que no se ha estudiado esta alternativa.

3) Ahorro de las multas

DAMA se ha propuesto imponer en 1999 una multa de 71 millones de pesos por día a las empresas que hayan infringido las normas establecidas. Sin embargo, en realidad esta suma es casi imposible de recaudar.

En el caso de aplicarse esta multa:

$$\text{Costos de instalaciones y de obra} + \text{costo de operación} = 26,171,000 \text{ pesos} \\ \text{(de los cuadros 10-26 y 10-27)}$$

Si la multa es de 71,000,000 pesos por día, todas las empresas estarían instalando su propio sistema de tratamiento de agua. Si no es así, quiere decir que la multa es puramente teórica y no práctica.

Por lo tanto, en este análisis se supone un monto de multa razonable y realista, y se ha procedido el siguiente cálculo:

- (a) El 20 de enero de 1999, la empresa fue ordenada a pagar una multa de 340,310 pesos por EAAB por no haber cumplido las normas de descarga.

Este caso está todavía en disputa, como se ha señalado anteriormente, y la empresa no ha efectuado aún el pago.

Al suponer que EAAB realice el muestreo cada dos meses, requiriendo el mismo monto por concepto de multa resultaría en lo siguiente:

$$340,310 \text{ pesos} \times 6 = \underline{2,041,860 \text{ pesos/año}}$$

- (b) En el caso de haber recibido la orden de suspender la operación por una semana como sanción, la empresa se vería obligada a detener la producción durante seis meses al año, resultando en la disminución de la venta, y la pérdida de lo que ganaría si no hubiese suspendido la operación.

Suponiendo la reducción de la ganancia en 5% de la tasa de utilidad, tendríamos:

$$\text{US\$ } 250,000 \times (6/25) \times 0.05 = \underline{1,400,000 \text{ pesos/año}}$$

(4) Evaluación general

A continuación se hace una evaluación general tomando en cuenta todos los montos calculados hasta aquí.

Dado que el período de depreciación del sistema de tratamiento de agua es de 10 años, el costo anual (A) sería (costos de instalaciones y de obra/10 + costo de operación). La ventaja cuantificable anual (B) sería (monto ahorrado de agua + monto razonable de multa). Al comparar estos dos costos anuales, se obtiene la evaluación general que se indica en el Cuadro 10-28.

Si la relación A/B es menos de 1, el sistema sería justificable. En este caso, la relación es de 1.22 a 0.99 que significa que no resulta ser económico el sistema para la empresa. Por lo tanto, solicitamos a DAMA reconocer la necesidad de aplicar incentivos a las empresas que hayan instalado el sistema de tratamiento de agua.

Cuadro 10-28 Evaluación general

Items	Costo anual (pesos)
Gastos Costo anual (A)	2,415,000 + 2,021,000 = 4,436,000 Con el esfuerzo propio de la empresa: 1,555,000 + 2,021,000 = 3,576,000
Ventaja Costo anual (B)	180,000+2,041,860+1,400,000 = 3,621,860
Evaluación global A/B	1.22 (con el esfuerzo propio de la empresa 0.99)

10-9 Auditoría detallada 2: (industria galvánica -2)

10-9-1 Perfil de la fábrica y operación en los últimos años

(1) Perfil de la fábrica

1) En el Cuadro 10-29 se resume el perfil de la fábrica.

El dueño de la empresa aborda ambiciosamente las medidas de conservación ambiental, y muestra gran interés en el intercambio tecnológico con ACERCAR. Hasta ahora ha realizado varios ensayos preliminares y estudios sobre el sistema de reciclaje de agua.

El diario "El Tiempo" (de mayor circulación en el país) del 1 de junio de 1997, los ensayos realizados por esta empresa fueron publicados como un ejemplo de la tecnología de PML.

2) La configuración de la fábrica es simple, con 14 tanques grandes (6.5m x 0.7m x 1.5m de prof.). Véase el flujo de procesos, del que se hablará más tarde.

En la Foto 10-3 se presenta las imágenes de los típicos trabajos realizados.

(2) Operación en los últimos años

El estancamiento económico de Colombia ha traído grandes impactos sobre los subsectores de automóviles y de construcción. Esta empresa que fabrica solamente los materiales de construcción de aluminio se ha visto fuertemente azotado por esta recesión, tanto es así que la producción del ejercicio 1999 difícilmente alcanzaría las 360TM que es el 60% de la producción de 1999 (de 600 TM), según ha manifestado el dueño.

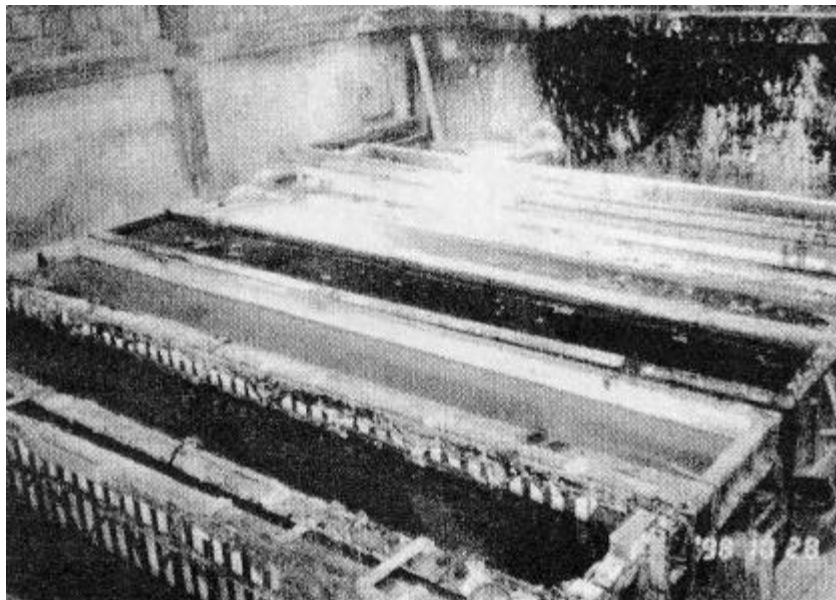
El equipo de estudio eventualmente realizó visita a otra empresa del mismo rubro, donde encontró que la operación había sido suspendida por dos días en espera de la llegada de los materiales.

Cuadro 10-29 Perfil de la fábrica

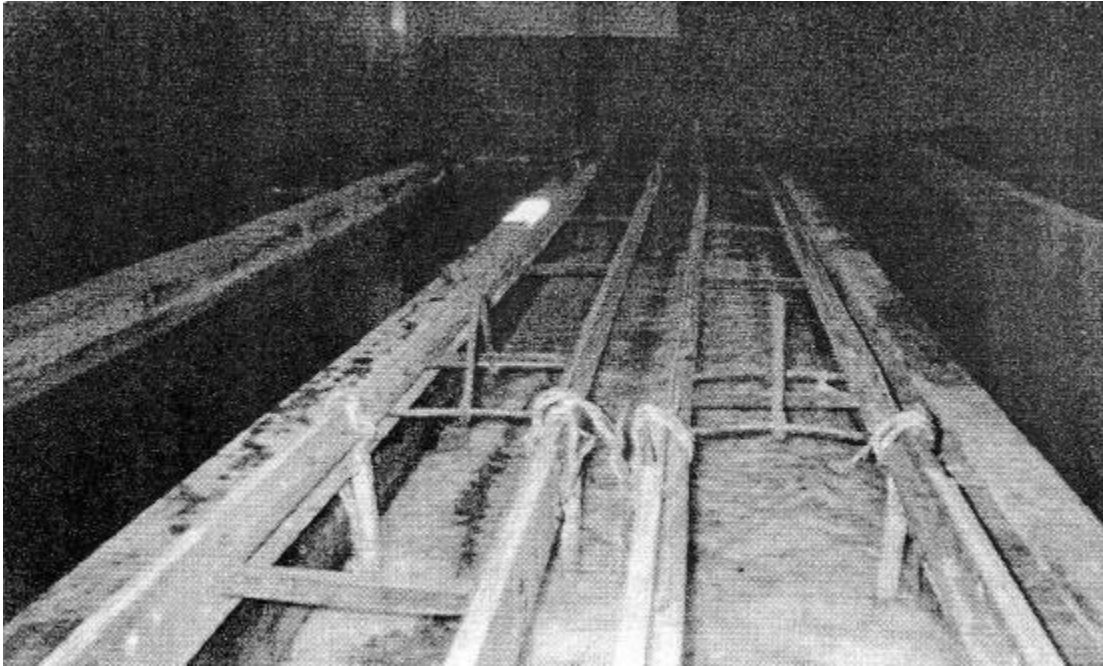
1.Nombre	---
2.Dirección	---
3.Año de fundación	---
4.Representante	---
Director de la fábrica	---
5.Capital	---
6.Número de empleados	16 (2 ingenieros en electroquímica) Se propone aumentar a 20 empleados a finales de 2000
7.Terreno y edificio	Terreno 850m2 Edificio 850m2
8.Productos (galvanoplastia)	Materiales de construcción de aluminio (láminas de aluminio) (estándar principal de Colombia 6mL)
9.Posición en el sub-sector	Empresa más importante en Bogotá (No.3 ó 4 en el país)
10.Venta	---
11.Principales instalaciones y la capacidad instalada	14 tanques (de 10 a 14m3 /tanque) de los cuales, 3 tanques son para anodización 100TM/mes 3 plantas generadoras, 80% del consumo total
12.Visita del equipo de estudio	1a. etapa: 27 y 28 de octubre de 1998 2a. etapa: del 15 de febrero al 12 de marzo de 1999

Foto10-3 Fotografías de la fábrica

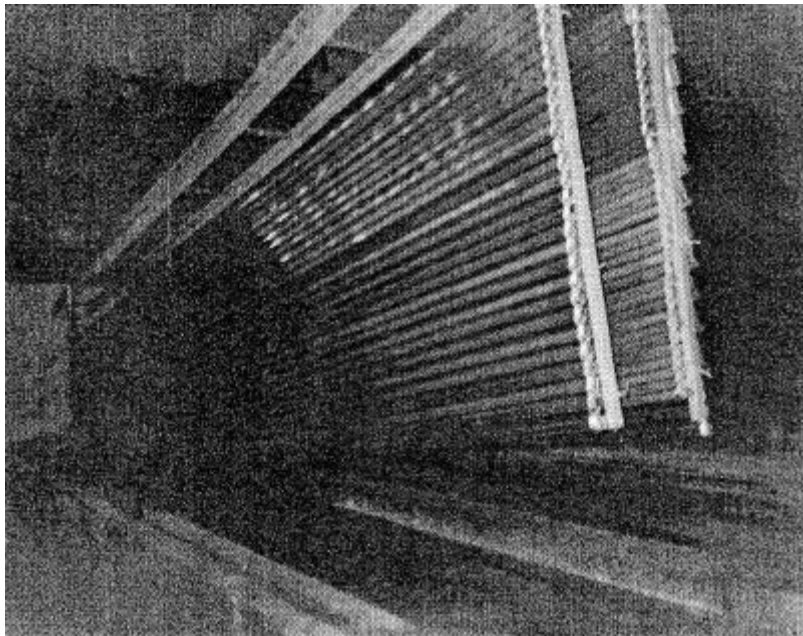
(1) Disposición de los tanques de tratamiento



(2) Tanque de anodización



(3) Recogida del producto después de tratamiento



(4) Laboratorio



10-9-2 Situación actual y problemas de la tecnología de producción

(1) Diagrama de procesos

En la 10-27 se muestra el diagrama del proceso.

De acuerdo a este flujo, se distribuyen catorce tanques grandes. El desplazamiento de los materiales se realiza mediante grúa (2TM) de un tramo de 8.5m. colocados sobre los tanques.

(2) Anodización

La anodización, en términos generales, es un tratamiento electroquímico que utiliza una solución electrolítica de ácido y de sal básica, mediante el cual se forma una capa de óxido sobre la superficie de aluminio.

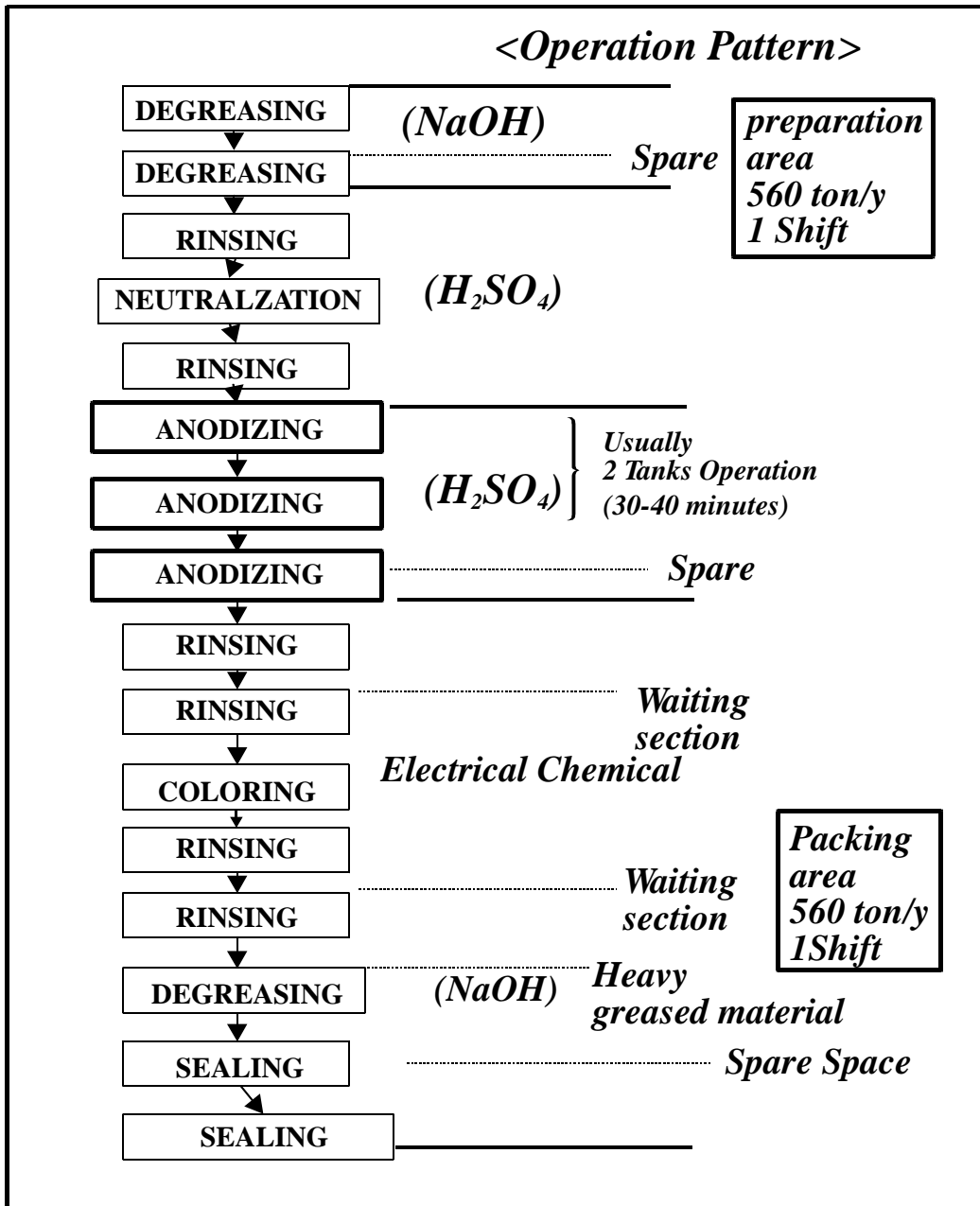
La empresa utiliza la solución electrolítica de ácido sulfúrico.

En el Cuadro 10-30 se indican las condiciones de operación. La empresa cuenta con un nivel tecnológico estable y hasta ahora no ha tenido mayores problemas.

Cuadro 10-30 Condiciones de operación

Baño electrolítico	H ₂ SO ₄ 10 -20%
Densidad de corriente	1-2A/dm ²
Voltaje	10-25V
Temperatura del baño	15-25°C
Tiempo de tratamiento	20-50min

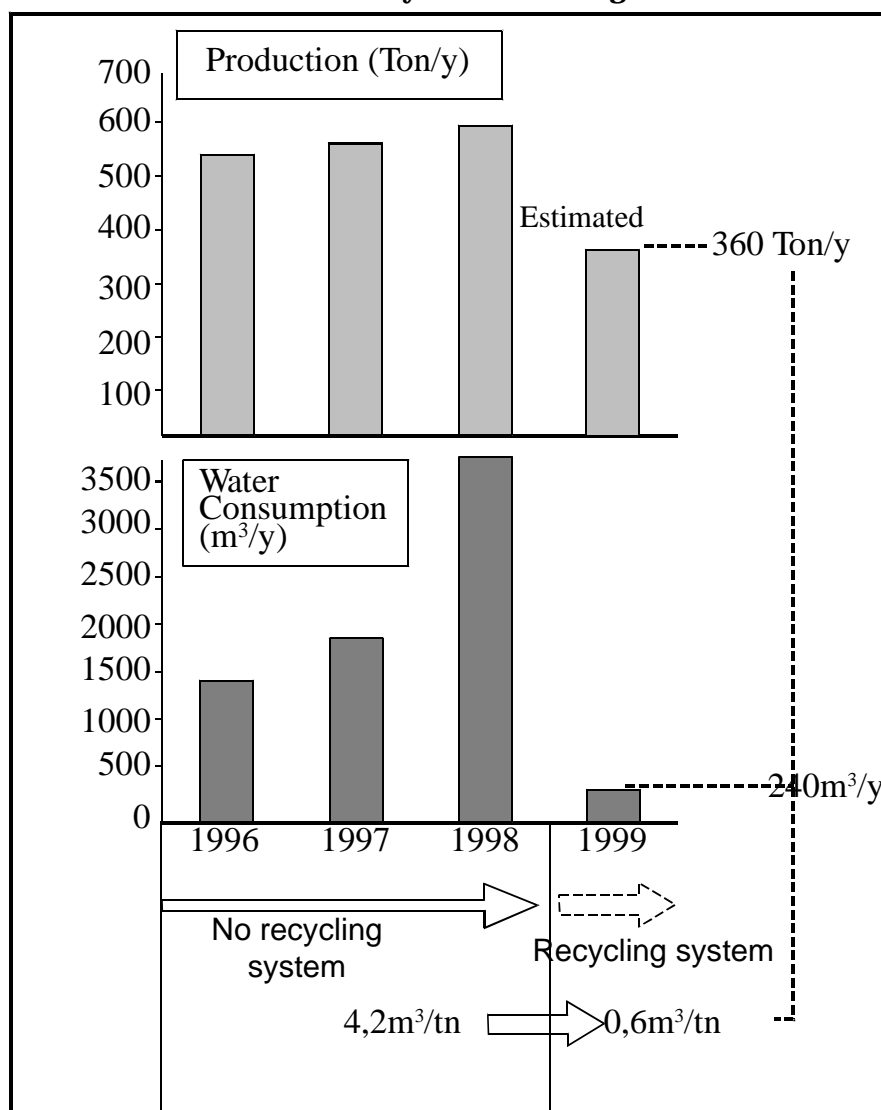
Figura 10-27 Pliego de Flujo del proceso



(3) Consumo de agua

En la Figura 10-28 se hace una comparación del consumo de agua y producción. A partir de este año (1999), la empresa puso en operación el sistema de circulación y reciclaje de agua que había venido experimentando durante mucho tiempo, con lo que se espera reducir considerablemente el consumo de agua. Este sistema de reciclaje (del que se habla más detalladamente en el apartado 10-9-4) incorpora una tecnología avanzada, lo cual demuestra el alto nivel técnico de la empresa.

Figura 10-28
Producción y consumo de agua



(4) Consumo de productos químicos

El equipo de estudio ha calculado el consumo medio anual, cuyos resultados se entregan en el Cuadro 10-31. El volumen de consumo de los productos químicos es

similar a otros procesos de anodización por ácido sulfúrico, y los valores son razonables.

Cuadro 10-31

Consumo de los productos químicos (promedio mensual)

Lavado de álcali	NaOH	0.6 TM
Proceso de anodización	H ₂ SO ₄	4.0 TM
	SnSO ₄	0.2 TM
	Inhibidor	100Kg
	Slabilizen	300Kg

(5) Problemas relacionados con la tecnología de producción

1) Montaje del jig

Este trabajo consiste en amarrar las piezas de aluminio a ser anodizadas al jig anódico con un alambre de aluminio, y tener así una cerca de 1 a 1.2 m de ancho.

Este trabajo se realiza manualmente, tomando las siguientes precauciones:

1. Amarrar firmemente para que no se afloje durante el tratamiento.
2. En el caso de utilizar repetidas veces, se debe eliminar todo objeto aislante en los puntos de contacto.
3. En el caso de recubrir diferentes materiales en el mismo proceso, estos, por regla general, no deben estar amarrados en el mismo marco.
4. En el caso de recubrir piezas compuestas por dos ó más metales diferentes, se debe proteger sin falta la parte de metales diferentes con un material aislante.
5. Se debe montar de tal manera que no se produzca burbujas durante el tratamiento.
6. La cantidad de los materiales a recubrir debe determinarse de acuerdo con la capacidad de la instalación y las condiciones de operación.

La empresa actualmente está utilizando alambres de aluminio, como se indicó anteriormente. Sin embargo, dado que las piezas de aluminio a ser recubiertas son uniformes, hemos recomendado utilizar abrazaderas, lo cual ayudaría a elevar la eficiencia del trabajo, además de contribuir a la realización de 3S. La empresa también manifestó su voluntad de estudiar la posibilidad de modificar el sistema.

2) Control remoto y automatización

La configuración del proceso de anodización es simple puesto que sólo consiste en distribuir grandes tanques de acuerdo al flujo del proceso. Esto hace que sea relativamente fácil de automatizar el trabajo. Si bien es cierto que actualmente la

producción es rentable aún con la fuerza humana, para el futuro convendría automatizar o adoptar el sistema control remoto, también a manera de mejorar el entorno laboral.

Esto ha sido más que una solución a un problema específico, una propuesta del equipo de estudio para el futuro, a la que la empresa también manifestó estar de acuerdo.

10-9-3 Situación actual y problemas de la tecnología de control de producción

(1) Organización y personal de la fábrica

Actualmente, la empresa realiza sólo la anodización de las piezas de aluminio. El trabajo es estable y los procesos son simples. Por lo tanto, el jefe de la fábrica controla desde la entrada y salida de los materiales, la producción hasta la calidad de los productos.

A través de las visitas realizadas a varias empresas galvánicas de Bogotá en la primera y la segunda etapa del estudio, hemos observado que en casi todas las PYMEs, al igual que la empresa, el jefe de la fábrica realizaba en persona todo el control.

Esta fábrica presenta una pequeña diferencia comparada con las fábricas del Japón: el edificio está totalmente dividido con una pared divisoria, y desde la entrada del edificio no se puede visualizar el interior.

Dado que todos los materiales que entran y salen deben pasar por esta puerta, el jefe puede realizar el control desde su oficina.

El staff está integrado por 16 personas. Sin embargo, en realidad los trabajos son realizados por un jefe la fábrica, un administrador - contador y ocho operadores. El representante (presidente) y otros seis miembros se ocupan de la empresa, simultáneamente con otras empresas.

(2) Control de compra, proceso y calidad

Dado que se trabajan con los mismos tipos de productos, el sistema de control es simple, y los criterios de control y otros datos están debidamente archivados en la oficina.

Para el control del proceso, la fábrica cuenta con un laboratorio propio donde se realiza el análisis de la concentración de aluminio en el tanque de anodización cada dos semanas.

Con el fin de velar la tendencia de cada proceso, el jefe de la fábrica realiza el análisis de acidez de cada tanque mediante con el uso de los indicadores de pH dos

veces al día, cuyos datos son debidamente anotados y archivados. En esta ocasión, el jefe realiza también la inspección de la fábrica.

No existe un sistema de control a nivel de organización, pero hasta ahora no se han presentado grandes problemas de operación ni de trabajo.

(3) Control del medio ambiente

1) Control del entorno laboral

(a) 5S

Tal como se ha indicado se utilizan los alambres de aluminio para el amarre de jig. Se observa que los restos de alambres usados están abandonados en el lugar de trabajo.

También se observa que los recipientes de los insumos utilizados para la regulación de la composición del baño, están guardados de una forma inestable en el lugar del trabajo.

Ante esta situación, hemos explicado la importancia de llevar a cabo la campaña de 5S para lograr la producción más limpia, y hemos analizado las medidas que deben tomarse fotografiando las imágenes que constituyen problemas. Las conclusiones fueron resumidas en las R/P- (2). Las tareas de la empresa abordará próximamente son las siguientes dos:

1. Realizar la inspección de seguridad
2. Adoptar el sistema de sugerencias de los trabajadores para el mejoramiento

Estos dos puntos han sido recomendados no sólo a la empresa, sino también a otras fábricas visitadas, a manera de difundir y asentar las prácticas de 5S.

Cabe recordar que los defectos del pasillo de madera para el personal señalados en las R/P - (1) habían sido debidamente corregidos.

(b) Humo del tanque del lavado álcali

En las R/P-(1) se había indicado que el edificio solía llenarse de humo emitido por los grandes tanques. Como una solución a este problema, la empresa abrió las lumbreras para mejorar la ventilación natural. En esta segunda etapa, casi no se percibió que la acumulación del humo.

En todo caso, la solución cabal a este problema continúa siendo la instalación del sistema de ventilación forzada, lo cual la empresa tomará positivamente en cuenta.

2) Control ambiental desde el punto de vista de contaminación industrial

La empresa, a manera de minimizar la contaminación industrial y realizar la PML, puso en marcha el sistema de reciclaje de agua a partir de este año (1999). A continuación se detalla al respecto.

(4) Problemas relacionados con la tecnología de control de producción

El problema constituye en buscar la forma cómo realizar rápidamente las mejoras necesarias para garantizar la operación segura del sistema de reciclaje. En un principio, recomendamos controlar periódicamente el pH del efluente en el final del tubo (boca de descarga de la planta).

10-9-4 Descarga actual y técnicas de tratamiento de los contaminantes industriales

La contaminación industrial provocada por la anodización consiste en la alta concentración de Al y el bajo pH por contener sulfato.

Para prevenir este problema con la tecnología de FT, se realiza la neutralización y simultáneamente convertir el Al^{+3} en óxidos libres de contaminación (ya sea $Al(OH)_3$ o $Al_2(SO_4)_3$, etc.)

Para transformar la anodización en un proceso de PML, una de las alternativas es establecer un sistema que neutralice los efluentes concentrados que contienen ácido sulfúrico y otros líquidos que salen en forma de gotas de cada proceso, o al momento de renovar el baño de anodización (se agrega H_2SO_4 para reducir la concentración de Al^{3+}). El agua neutralizada puede ser reutilizado en el proceso de enjuague, y esto contribuye a reducir un elevado volumen de las aguas residuales.

Ya hemos mencionado que la empresa tras haber realizado varios ensayos y experimentos logró establecer un sistema basado sobre este concepto y lo puso en operación de prueba a partir de este año (1999).

(1) Tecnología de tratamiento: sistema de reciclaje de agua

Sobre el proceso básico del sistema de reciclaje de agua se explicará en el apartado correspondiente a la recuperación de la solución de anodización de la Figura 10-29.

1) La concentración del aluminio de la solución de anodización va incrementándose cada vez que se realiza la oxidación anódica como consecuencia de la disolución del material de aluminio.

Para homogeneizar la capa de óxido y asegurar la calidad del producto, se debe mantener la concentración de aluminio en el baño a menos de 25 g/lit, y la empresa

también está trabajando con este valor.

Considerando las condiciones de operación, se renueva un tercio (3m^3) de la solución de anodización cada dos semanas, y se agrega el ácido sulfúrico y el agua industrial.

2) Un tercio de la solución que contiene el ácido sulfúrico pasa al baño de neutralización después del lavado alcali.

3) De este baño de neutralización, la solución es conducida mediante un tubo al tanque de tratamiento.

Este tanque recibe también el agua excedente proveniente del enjuague después de cada proceso.

4) El tratamiento en este tanque consiste básicamente en la neutralización del líquido de ácido sulfúrico aplicando NaOH. También se utiliza el coagulante para acelerar la coagulación y sedimentación de los óxidos resultantes de la neutralización (Foto 10-4).

Para que no se mezclen los materiales coagulados y sedimentados con el agua neutralizada, se instala una presa interna en el tanque de tal manera que sólo el líquido sea conducido al siguiente proceso que es la filtración en carbón (Foto 10-5). Los sedimentos pasan, a través de un tubo colocado en el fondo del tanque, a la prensa del filtrado.

5) El filtro está compuesto del carbón común y carbón activo y sirve para absorber y eliminar las materias orgánicas del agua neutralizada, incluyendo las materias contenidas en el inhibidor (Foto 10-6).

6) El agua neutralizada filtrada en carbón recupera la composición del agua industrial, y puede ser utilizado en el proceso de enjuague.

Este es el proceso básico del sistema de reciclaje de agua.

Dado que el tanque de anodización de la empresa tiene una capacidad de 9 m^3 , el valor V_1 indicado en la Figura 10-29 sería:

$$V_1 = 9\text{m}^3 \times 1/3 = 3\text{m}^3$$

Por lo tanto, un tanque estaría descargando 3m^3 de agua cada dos semanas.

Entonces, el volumen total de descarga sería de $12\text{ m}^3/\text{mes}$ porque existen tres tanques de anodización, de los cuales básicamente se está operando sólo dos.

En la Figura 10-30 se muestra el balance del agua de circulación en una operación normal.

Figura 10-29 Recuperación de la solución de anodización

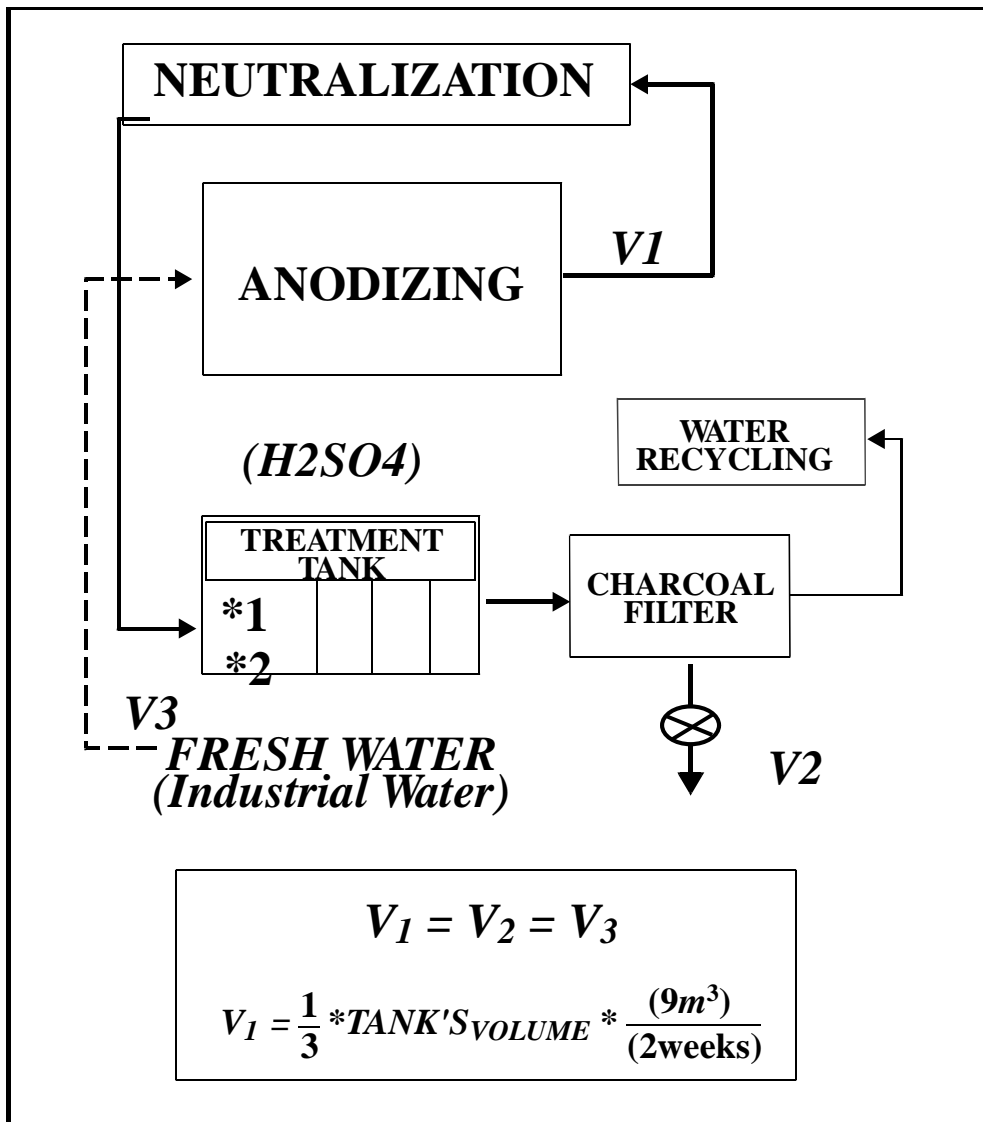


Foto 10-4 Tanque de tratamiento

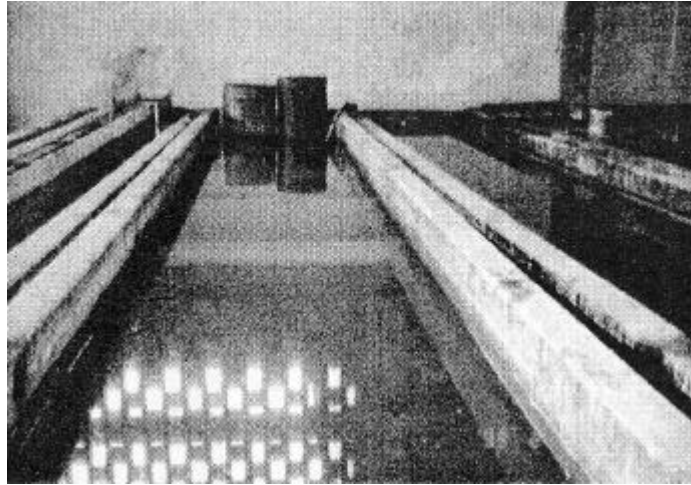


Foto 10-5 Presa del interior del tanque

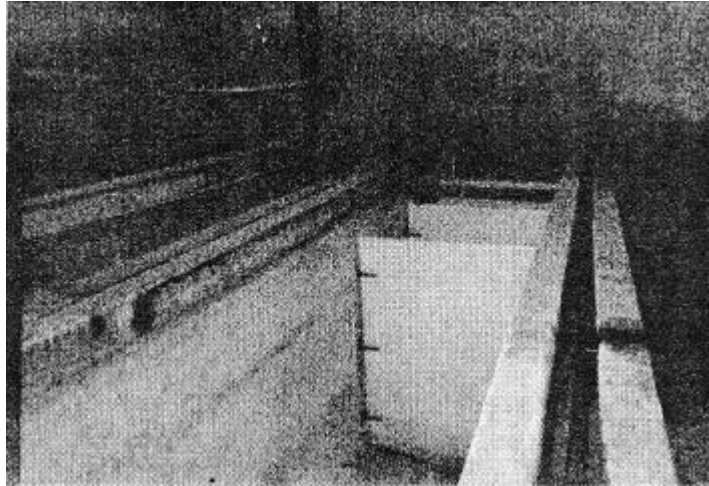


Foto 10-6 Filtro de carbón

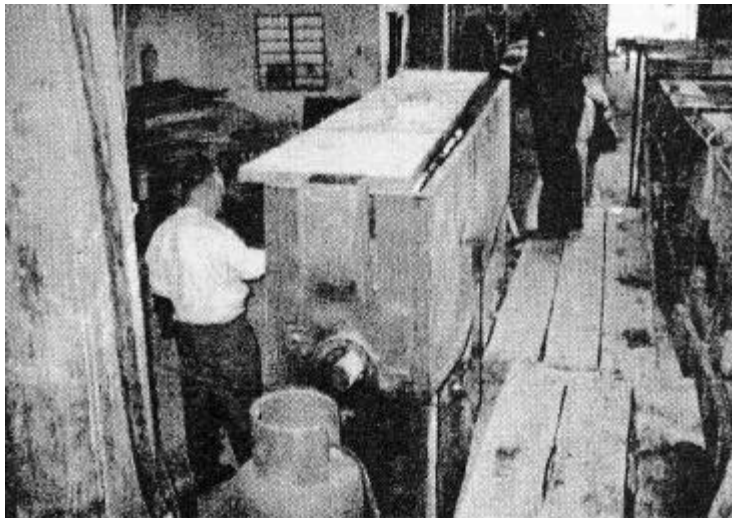
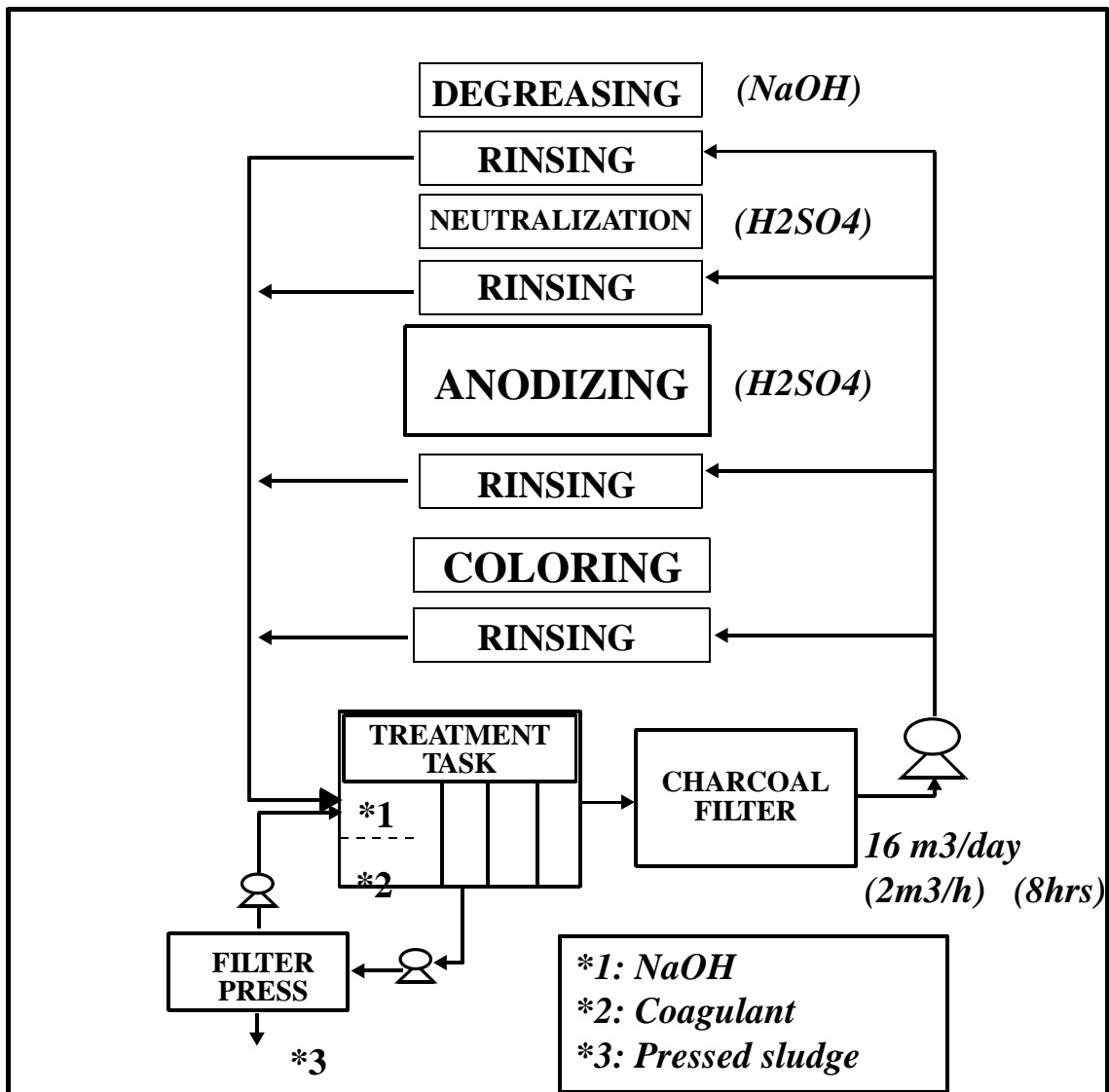


Figura 10-30 Sistema de reciclaje de agua

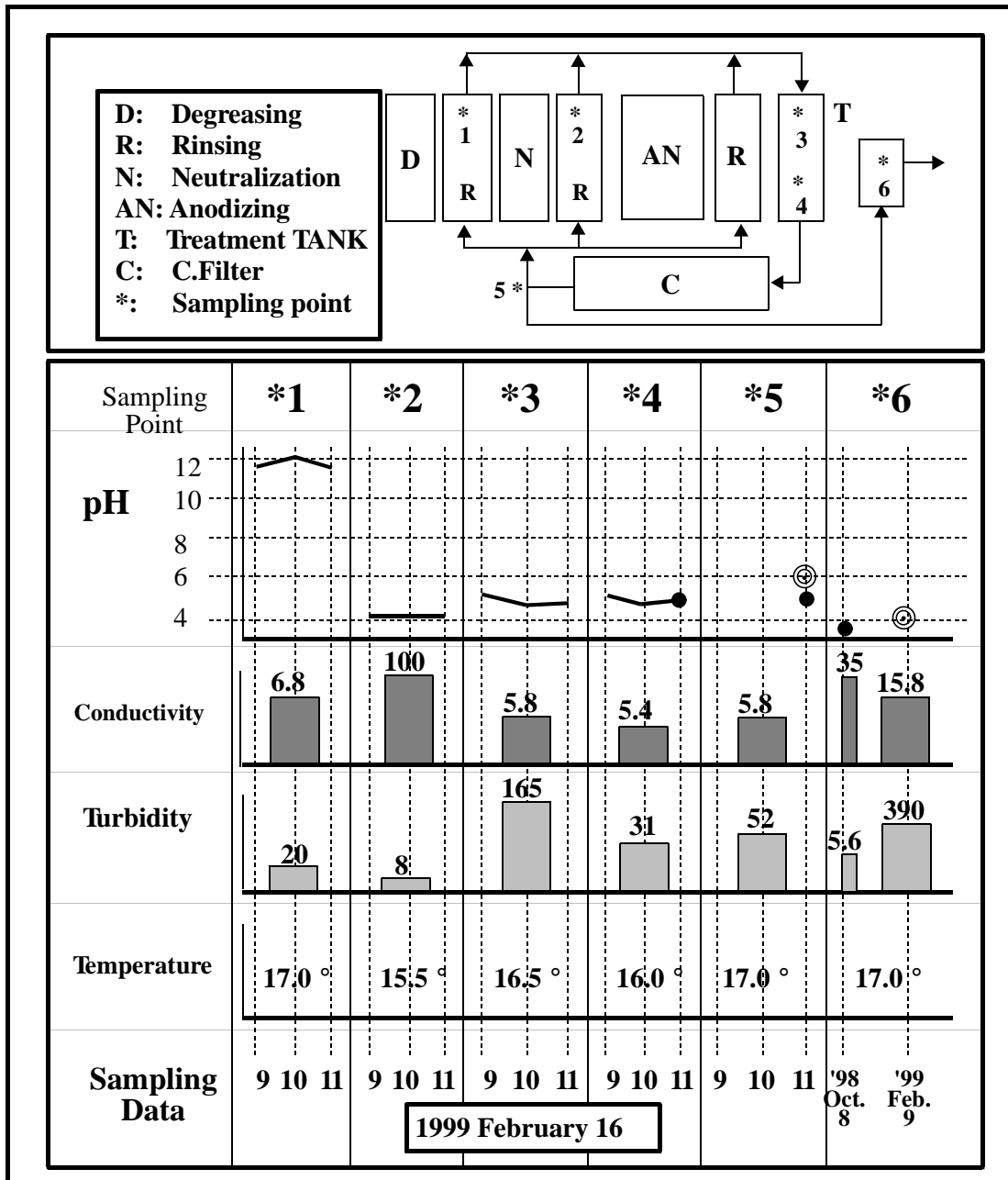


En la Figura 10-31 se indican los principales puntos de muestreo y los resultados de análisis de calidad de agua en la boca de descarga del sistema de reciclaje. Los puntos de muestreo del 1 al 5 muestran la variación temporal de la calidad de agua en el sistema de reciclaje.

Los resultados del análisis del agua a la entrada (*3) y a la salida (*4) del tanque de tratamiento, demuestran que el sistema está operando adecuadamente.

La presa instalada dentro del tanque ha contribuido considerablemente en reducir la turbiedad (de 165 a 31). Los niveles de pH del agua tratada a la salida (*4) y a la altura del filtro del carbón (*5) han sido de pH5 y pH6, respectivamente, que son niveles requeridos para el agua reciclada.

Figura 10-31 Puntos de muestreo y datos de análisis



(2) Descarga actual de los contaminantes industriales

La calidad de agua del efluente en el punto de muestreo 6 de la Figura 10-31 viene a ser la descarga actual de los contaminantes industriales. La calidad de los efluentes descargados del sistema de reciclaje viene a ser la del efluente que haya pasado el filtro del carbón, y teóricamente debe ser igual a la calidad percibida en el punto de muestreo 5. Sin embargo, en realidad, se detectó grandes diferencias en los valores de pH entre los efluentes en los puntos de muestreo 5 y 6, tal como vemos en el Cuadro 10-32.

Cuadro 10-32 comparación de calidad de agua

	Puntos de muestreo	Turbiedad	pH	Al(mg/l)
2a etapa (febrero de 1999)	Después del filtro de carbón (*5)	34	4.3	110
	Boca de desagüe (*6)	130	2.5	213
1a. etapa (octubre de 1998)	Boca de desagüe	5.6	2.4	-

* Se corregirá el salpique de agua

La reducción de pH en la boca de desagüe se debe a la entrada del agua proveniente del goteo de que se produce al trasladar los materiales de un proceso al otro.

En el Cuadro 10-33 se muestran los datos de las aguas residuales con y sin el sistema de reciclaje.

Cuadro 10-33 Datos de las aguas residuales

Sistema de reciclaje	Volumen de descarga	pH
Antes de desplazamiento	4.2m ³ /producción TM 50TM/M: 210m ³ /M	2.4
Después de desplazamiento	0.6m ³ / producción TM 50ton/M: 30m ³ /M	2.5
Meta para el futuro*	30m ³ /M	5-6

* se corregirá el salpique de agua

Se observa que con el sistema de reciclaje el volumen de las aguas residuales se redujo en 1/7, y por ende, se redujo drásticamente la descarga de los contaminantes industriales. Ahora sólo faltaría eliminar el goteo para mejorar los valores de pH. Una vez solucionado este problema, la empresa estaría cumpliendo completamente las normas de descarga establecidas.

10-9-5 Propuestas y recomendaciones para la descontaminación industrial

(1) Esfuerzos para disminuir la contaminación industrial

La empresa ha puesto en práctica las medidas de descontaminación y el sistema de reciclaje de agua desde 1999, después de realizar múltiples experimentos, con lo que obteniendo buenos resultados. Este sistema ha sido altamente evaluado también como una tecnología de PML que puede ser aplicado también en otros sub-sectores industriales.

Desde el punto de vista de la prevención de la contaminación industrial, la eficacia de este sistema que ha logrado reducir el volumen de las aguas residuales en 1/7 es sumamente alta, como se indicó en el apartado 10-9-4(2).

Actualmente, el pH no ha sido mejorado y sigue siendo de pH 2 a 3, debido a la falta de control de goteo entre los procesos. Sin embargo, tras la discusión con el equipo de estudio, la empresa manifestó su fuerte voluntad de iniciar las siguientes acciones.

(2) Propuestas del equipo de estudio

1) Instalar protector entre los tanques

Los materiales de aluminio a ser anodizados son de 6 m de largo, y son tratados amarrándolos a un marco de 1 a 1.5 m de ancho.

Dado que las piezas son angulares, la solución de cada tanque son retenidos sobre las piezas, la cual forma gotas que caen cuando los materiales son trasladados de un proceso al otro. Estas gotas reducen el pH de las aguas residuales.

Para solucionar este problema, se debe instalar cubiertas protectoras entre los tanques.

1. dado que los tanques son grandes, las cubiertas deben ser de material ligero (PVC).
2. considerando la facilidad de instalación, así como de mantenimiento se recomienda utilizar cubiertas tipo seccionadas.

2) Aprovechamiento eficaz de fango descargado de la prensa de filtrado

El fango descargado de la prensa de filtrado son óxidos de aluminio que pueden ser aprovechados en las plantas de cemento, arcilla o papelera. Por lo tanto, recomendamos a la empresa iniciar en la mayor brevedad posible las negociaciones con las empresas que lo requieran.

3) Asimismo recomendamos realizar un control riguroso de pH de las aguas residuales en la boca de descarga, puesto que el volumen se ha reducido drásticamente gracias al uso del sistema de reciclaje de agua. Dado que actualmente ya se está controlando periódicamente los valores de pH en la operación, se debería agregar como otro nuevo ítem la medición de pH en la boca de desagüe, y establecer un sistema de detección inmediata de anomalías sobre la base de estos datos.

10-9-6 Costos requeridos para tomar las medidas y evaluación económica

De aquí en adelante, la empresa iniciará otras acciones de mejoramiento (las recomendaciones entregadas por el equipo de estudio en el apartado 10-9-5) y establecerá un sistema completo de prevención de contaminación que complementará el sistema de reciclaje desarrollado propiamente por la empresa. Además de estas recomendaciones, la empresa está estudiando otras acciones para mejorar la operación del sistema. En este apartado queremos realizar una evaluación general, incluyendo estos ítems.

(1) Costos de instalaciones y de obras

Sobre la base de los costos calculados por la propia empresa, y agregando las consideraciones hechas por el equipo de estudio, hemos calculado los costos de instalaciones y de obras como se muestran en el Cuadro 10-34.

Cuadro 10-34 Costos de instalaciones y de obras

Acciones	Costo estimado (pesos)	Con esfuerzo propio de la empresa
Acciones ya iniciadas		
1. Tanque de tratamiento (1)	23,500,000	Sin incluir costos de soldado e instalación 18,800,000
2. Tanque de carbón (1)	1,000,000	Sin incluir costos de trabajo (soldadura, etc.) 800,000
3. Prensa de filtrado (1)	450,000	450,000
4. Bomba (2)	600,000	600,000
5. Tubo de PVC	800,000	800,000
6. Obras	3,000,000	Sólo el costo de materiales 150,000
Total	29,350,000	21,600,000
Acciones a iniciarse		
1. Cubiertas de PVC	800,000	Sólo el costo de materiales 400,000
2. Secador	500,000	500,000
* 3. Tanque de carbón (reserva)	1,000,000	Sin incluir costos de trabajo (soldadura, etc.) 800,000
* 4. Agitador (*Requerido para anodizados)	500,000	500,000
Total	2,800,000	2,200,000
Total global	32,150,000	23,800,000

(2) Costo de operación

El costo de operación incluye principalmente los productos químicos que se utilizan en el tanque de tratamiento y el carbón para el filtrado. Para el cálculo se tomó en cuenta los datos existentes sobre el consumo de dichos insumos en esta empresa, cuyos resultados se muestra en el Cuadro 10-35.

La producción anual se supone en 1,000 TM.

Cuadro 10-35 Costo de operación

Items	Requerimiento anual	Precio unitario (pesos)	Costo (pesos)
1. NaOH	300 kg	970 P/kg	291,000
2. Coagulante	200 l	800 P/l	160,000
3. Carbón (común)	500 kg	300 P/kg	150,000
4. Carbón activo	500 kg	480 P/kg	240,000
Costo total anual			841,000

(3) Beneficios económicos esperados

El beneficio económico esperado viene del ahorro de agua por el sistema de reciclaje. También se ha analizado el beneficio derivado del aprovechamiento eficaz del fango de la prensa de filtrado, mas se estima que el monto es sumamente reducido.

El beneficio del ahorro de agua fue calculado, suponiendo una producción anual de 1,000 TM.

Consumo de agua sin el sistema de reciclaje: $4.2\text{m}^3/\text{TM} \times 1,000 \text{ TM} = 4,200\text{m}^3$

Consumo de agua con el sistema de reciclaje: $0.6\text{m}^3/\text{TM} \times 1,000 \text{ TM} = 600\text{m}^3$

Beneficio económico anual por el ahorro de agua:

$(4,200-600)\text{m}^3 \times 300 \text{ pesos/m}^3 = 1,080,000 \text{ pesos}$

(4) Evaluación económica

El resultado de la evaluación económica demuestra que el monto de ahorro de agua sólo cubriría el costo de operación.

Monto de ahorro de agua – costo de operación = 239,000 pesos/año

La inversión en las instalaciones y en las obras se estima entre 24,000,000 a 15,000,000 pesos, y aún suponiendo un período de depreciación de 10 años, el monto invertido es difícilmente recuperado, y por lo tanto resulta poco económico.

Aún cuando se toma en cuenta al alza de precio de agua, en ese caso también estaría subiendo los precios de los insumos y materiales en el costo de operación, por lo que

el monto de ahorro de agua no variaría tanto.

El presidente manifestó que la empresa ha gozado de un prestigio por la tecnología desarrollada, pero existe muy poca probabilidad de que el monto invertido en las instalaciones pudiera ser recuperado. Es indispensable que las instituciones administrativas otorguen a las empresas diferentes tipos de apoyo para que éstas aborden ambiciosamente la tarea de prevenir la contaminación industrial. También nosotros compartimos esta opinión.

CAPITULO 11
RESUMEN DE LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CAPITULO 11 RESUMEN DE LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el Cuadro 11-1 se resumen las conclusiones y recomendaciones del presente Estudio, y a continuación se describe las generalidades:

11-1 Recomendaciones sobre políticas y estrategias de descontaminación industrial

11-1-1 Legislación ambiental

(1) Promulgación de las normas ambientales

1) Situación actual y problemas

Colombia cuenta con normas de calidad de agua según su uso establecidas en 1984 por el Ministerio de Agricultura, que no pueden ser aplicadas como normas ambientales. Es necesario establecer normas ambientales que preserven los cuerpos de agua no sólo desde el punto de vista de la “protección de la salud humana” (sustancias perjudiciales), sino también desde el punto de vista de la “conservación del medio ambiente de vida” (estándares comunitarios).

2) Recomendaciones

Se recomienda al Ministerio del Medio Ambiente establecer las normas ambientales estatales en la mayor brevedad posible.

Dado que Colombia es un país que presenta condiciones topográficas y densidad de población muy variadas, para la definición de las normas ambientales, debería clasificar los ríos, lagos, lagunas y los mares del país en diferentes categorías.

(2) Modificación de las normas locales

1) Situación actual y problemas

Las normas vigentes para el control de cuenca son meramente formalidades.

2) Recomendaciones

Es necesario revisar y modificar las normas vigentes que sean consistentes con las nuevas normas ambientales que establezca el Estado. En tal caso, también es necesario coordinar las gestiones con otros departamentos para tener normas coherentes.

(3) Modificación de las normas estatales de descarga de aguas residuales

1) Situación actual y problemas

Las normas de descarga vigentes fueron establecidas en 1984. Estas reglamentan muy detalladamente los parámetros concernientes a la protección de la salud humana. Sin embargo, en cuanto a los parámetros de la preservación del medio ambiente de vida, sólo establecen las

tasas de eliminación que son muy ambiguas y parciales.

2) Recomendaciones

Se recomienda modificar y establecer las normas con valores absolutos.

(4) Modificación de las normas de descarga de DAMA

1) Situación actual y problemas

Los parámetros relacionados con la “preservación del medio ambiente de vida” son muy poco exigentes. Estas fueron establecidas propiamente por DAMA, porque no existen normas establecidas por el Estado.

2) Recomendaciones

Para el futuro cercano, se recomienda aplicar valores que sean, por lo menos, la mitad de los valores vigentes. Es decir, 500 de DBO, 1000 de DQO y 400 mg/lit de SS.

(5) Excluir de la aplicación de las normas según el volumen de descarga

1) Situación actual y problemas

Actualmente, no se reconocen excepciones en la aplicación de las normas de descarga tanto Estatal como local (Bogotá), y ellas son aplicadas independientemente al volumen de descarga.

2) Recomendaciones

Se recomienda excluir del ámbito de aplicación de las normas la descarga de aguas residuales en volumen reducido, y dar mayor prioridad al control y medidas contra las grandes empresas.

(6) Regulación de la descarga total

1) Situación actual y problemas

Es necesario llevar a cabo la regulación de la emisión total de las cargas contaminantes de las aguas residuales que entran al Río Bogotá.

2) Recomendaciones

Se recomienda establecer las normas de descarga de las aguas residuales domésticas que representan el 75% de las fuentes de contaminación del Río Bogotá, para los siguientes cinco años. Paralelamente, es necesario tomar medidas como por ejemplo, condicionar a los proyectos de construcción de bloques residenciales, la construcción de una planta comunitaria (de tratamiento de aguas residuales).

(7) Modificación del sistema de recaudación de tarifas de descarga

1) Situación actual y problemas

En el sistema actual, se aplican las tarifas sólo a la descarga de aguas residuales que cumpla con las normas establecidas, y más allá queda fuera de facturación. En el caso de Santa Fé de Bogotá, se aplican las tarifas solamente a las aguas residuales que cumplan con las normas de DAMA. En otras ciudades, se aplican a los efluentes con una carga contaminante de menos de 20%.

Por lo tanto, en el caso de la ciudad capital, el monto de recaudación sólo alcanza una cuarta parte al monto recaudable cuando se aplican las normas a todo el volumen.

2) Recomendaciones

Se recomienda eliminar el límite de aplicación de las tarifas, y recaudarlas también de los responsables de la descarga de las aguas servidas que superan las normas establecidas. Por otro lado, se recomienda aplicar coeficientes de precios unitarios más grandes, establecer tarifas estratificadas, incluir nuevos parámetros de control (DQO y aceites) y tomar otras medidas que se consideren necesarias.

11-1-2 Políticas para la descontaminación industrial

(1) Apoyo financiero e incentivos

1) Situación actual y problemas

El apoyo financiero por parte del Estado a las medidas pro-ambientales es limitado en Colombia.

2) Recomendaciones

Recomendamos al Ministerio del Medio Ambiente continuar aplicando los incentivos de exoneración tributaria a los equipos pro-ambientales pese a la crisis presupuestaria. Para la ciudad de Santa Fé de Bogotá se desea que DAMA continúe destinando del 7 a 8% del presupuesto total institucional (de 150,000 millones de pesos) al apoyo de PYMEs.

(2) Sistema de elección de fábricas designadas para el control de contaminación industrial

1) Situación actual y problemas

En el caso de Colombia, no existe el sistema de selección de las fábricas designadas que es un método eficaz para la promoción de la descontaminación industrial.

2) Recomendaciones

Se recomienda establecer el sistema de selección de las fábricas designadas con el fin de reducir

la contaminación industrial.

1. Elegir las empresas que emiten una determinada cantidad de cargas contaminantes o más como “plantas designadas”, y obligarles a elaborar y entregar programa efectivo de descontaminación, y a informar el volumen de emisión de las cargas contaminantes.
2. Establecer el sistema de nombramiento de personas responsables de la prevención de contaminación. Asignar en cada fábrica designada una persona responsable que tome el liderazgo en las actividades de descontaminación.

Excluir de la reglamentación la descarga de efluentes de menos de la cantidad preestablecida y que no contengan sustancias perjudiciales.

(3) Sistema de nombramiento de personas responsables de la prevención de contaminación

1) Situación actual y problemas

Como se mencionó en el apartado precedente, en Colombia no existe el sistema de selección de las fábricas designadas ni de nombramiento de personas responsables de control de contaminación.

2) Recomendaciones

Hacer nombrar a las plantas designadas las personas responsables de la prevención de contaminación. Con el fin de capacitar y formar estos responsables, una de las alternativas efectivas es establecer el régimen de certificación nacional a las personas calificadas.

Inicialmente, se debe impartir programa de capacitación y asistencia técnica en materia de descontaminación a las personas registradas a través de ACERCAR o el Centro de Tecnología de Producción Más Limpia. Una vez difundidas las técnicas de prevención de contaminación, se podría establecer el sistema de certificación nacional.

(4) Sistema de reconocimiento de méritos en materia de la descontaminación industrial

1) Situación actual y problemas

Actualmente no existe en Colombia un sistema de reconocimiento de méritos en materia de la descontaminación industrial.

2) Recomendaciones

Se recomienda establecer un sistema de reconocimiento de méritos de las empresas que han contribuido a la descontaminación ambiental o que invierten esfuerzos constantes en el control de contaminación, para que la población conozca sus méritos. El sistema será ejecutado hasta que se asienten las actividades de descontaminación, y que logren alcanzar los objetivos de la

conservación ambiental.

11-1-3 Promoción del Plan de Descontaminación Industrial

(1) Expansión a nivel nacional de los servicios del Centro de Tecnología de Producción Más Limpia

1) Situación actual y problemas

El Centro de Tecnología de Producción Más Limpia creada en Medellín con iniciativa de las grandes empresas se propone convertirse en un centro nacional, aunque todavía no ha llegado a extender sus servicios a nivel nacional.

2) Recomendaciones

Se recomienda convertir esta institución en un centro nacional con colaboración de los sectores industrial, académico y público, y con el liderazgo y el apoyo (incluyendo financiero) ambicioso del Ministerio del Medio Ambiente. Se recomienda también ir estrechando el intercambio de informaciones con el Centro de Medio Ambiente de Chile y otros organismos afines, para que en un futuro el CP se convierta en uno de los principales promotores del Desarrollo Sostenible de la región centro y sudamericana.

(2) Promoción de Environmental Windows

1) Situación actual y problemas

El Ministerio del Medio Ambiente ha creado el Environmental Windows que es un organismo de apoyo a PYMEs similar a ACERCAR de Bogotá. Sus servicios fueron puestos en marcha en algunas ciudades, pero actualmente se hallan suspendidos.

2) Recomendaciones

Se recomienda materializar el proyecto de expandir los servicios del Environmental Windows a nivel nacional.

(3) Reactivación de las actividades de fomento de descontaminación industrial de Santa Fé de Bogotá

1) Situación actual y problemas

Si se toma en cuenta el gran impacto que tienen las cargas contaminantes emitidas de las grandes empresas, DAMA deberá fortalecer aún más el control sobre ellas. En este momento no se observan iniciativas importantes y organizadas de las grandes empresas.

2) Recomendaciones

Se recomienda abrir una oficina local del CP en la ciudad de Bogotá o en la cercanía. Por otro

lado, se recomienda a ACERCAR tomar en cuenta la capacidad profesional y las experiencias acumuladas del personal en el momento de seleccionar y contratar el servicio de un tercero. Dada la importancia de mantener la continuidad y la invariabilidad de las medidas pro-ambientales, se recomienda a ACERCAR obtener la personería jurídica y perpetuar sus servicios.

11-2 Recomendaciones para la descontaminación industrial en los subsectores

11-2-1 Recomendaciones comunes

A continuación se resumen las recomendaciones aplicables a por lo menos tres sub-sectores, de los cuatro que han sido objeto del presente Estudio.:

(1) Reglamentación de la descarga

1. Excluir de la reglamentación la descarga de aguas residuales en volumen reducido
2. Las normas vigentes de DAMA con respecto a DBO, DQO , SS, etc. son muy poco exigentes. Las empresas deben prepararse para la modificación y aplicación de normas más rigurosas que en futuro próximo adopte DAMA.

(2) Medidas a corto plazo

1) Mejoramiento de la tecnología de control de producción

1. Control de requerimiento unitario de las materias primas y de servicios, y el control de costos de producción
2. Control cabal de balance y calidad de agua
3. Campañas de sensibilización para el ahorro de energía y de recursos
4. Capacitación del personal en prácticas de 5S, mejoramiento del entorno laboral, etc.
5. Fortalecimiento del sistema de mantenimiento
6. Puesta de carteles y letreros para conscientización

2) Medidas de mejoramiento de la tecnología de FT

1. Instalación del tanque de almacenamiento de efluentes
2. Limpieza frecuente de interceptores de aceite
3. Operación segura del sistemas de tratamiento de efluentes existentes y a ser construidos

(3) Medidas a mediano plazo

1) Medidas de mejoramiento de la tecnología de FT

1. Instalación del sistema de separación por flotación y de precipitación coagulativa

(4) Medidas a largo plazo

- 1) Medidas de mejoramiento de la tecnología de FT
 1. Instalación del sistema de tratamiento biológico

11-2-2 Sub-sector textil

La descarga de los contaminantes industriales del sub-sector textil proviene principalmente de las aguas residuales del proceso de teñido. La contaminación se manifiesta en forma de coloración (por colorantes), variación de pH, incremento de DBO (por el almidón, proteína y ácidos orgánicos), de DQO (por los agentes tenso-activos y colas sintéticas), y de SS (por oligómero macromolecular y restos de fibras, silicato de sodio, etc.). Sin embargo, la carga ambiental del sub-sector no es grande en comparación con los sectores de alimentos y bebidas, metal y siderurgia, curtiembre, etc., ya que corresponde sólo a 2.7% del total de la industria.

(1) Medidas a corto plazo

- 1) Medidas de mejoramiento de la tecnología de producción
 1. Recuperar el calor residual de los efluentes
- 2) Medidas de mejoramiento de la tecnología de control de producción
 1. Realizar un control riguroso de tasa de baño de tinte
 2. Normalizar y mejorar la calidad de los trabajos (reducir la tasa de re-procesamiento)
 3. Realizar la campaña de sensibilización del personal para el ahorro de energía y de recursos
 4. Poner en práctica las actividades de 5S y de mejoramiento del entorno laboral
 5. Fortalecer el sistema de mantenimiento
- 3) Medidas de mejoramiento de la tecnología de FT
 1. Instalar el regulador de pH o realizar un control más riguroso

(2) Medidas a mediano plazo

- 1) Medidas de mejoramiento de la tecnología de producción
 1. Promover la baja tasa de baño de tinte
 2. Optimizar la dosis de la sal
 3. Fomentar la automatización
- 2) Medidas de mejoramiento de la tecnología de control de producción
 1. Ordenar y aprovechar las informaciones de teñido (fórmulas y dosis) y las muestras de color (reducir el número de ensayos de teñido)

2. Obtener el certificado de ISO 9000

(3) Medidas a largo plazo

- 1) Medidas de mejoramiento de la tecnología de producción
 1. Renovar y sustituir las máquinas existentes por las máquinas de baja tasa de baño de tinte
- 2) Medidas de mejoramiento de la tecnología de control de producción
 1. Obtener el certificado de ISO 14000
- 3) Medidas de mejoramiento de la tecnología de FT
 1. Instalar el sistema de tratamiento de aguas residuales por fango activado

11-2-3 Sub-sector de refinamiento de grasas y aceites

Las aguas residuales de este sub-sector provienen principalmente del proceso de refinamiento de grasas y aceites, y el mayor contaminante son los aceites. Estas se caracterizan también por altas concentraciones de DBO, DQO y SS. Las grandes empresas cuentan con algún tipo de sistema de tratamiento de aguas residuales y se observa un nivel satisfactorio de cumplimiento de normas de DAMA. La descarga de las PYMEs no es grande (máximo 650 m³/mes). Por lo tanto, se deduce que el impacto del sub-sector sobre la contaminación industrial de Bogotá es relativamente pequeño.

(1) Medidas a corto plazo

- 1) Medidas de mejoramiento de la tecnología de producción
 1. Recuperación inmediata de las materias primas (grasas y aceites) y lavado frecuente
 2. Prevenir la fuga de las uniones de los tubos (utilizar las uniones tipo acople o brida que son fáciles de desarmar y limpiar)
- 2) Medidas de mejoramiento de la tecnología de control de producción
 1. Eliminar y limpiar los aceites adheridos en los equipos, tubos, escaleras y pisos.
 2. Mejorar el entorno laboral (pintura, iluminación, alumbrado, etc.)
- 3) Medidas de mejoramiento de la tecnología de FT
 1. Dado que actualmente las empresas sólo cuentan con interceptores de aceite, se debe instalar los sistemas de tratamiento de aguas residuales por flotación, y por precipitación coagulativa.

(2) Medidas a mediano plazo

- 1) Medidas de mejoramiento de la tecnología de producción
 1. Colocar en las mangueras flexibles boquilla o válvula para poder sacar el líquido

(3) Medidas a largo plazo

- 1) Medidas de mejoramiento de la tecnología de producción
 1. Utilizar las uniones de las tuberías, válvulas y equipos de rotación libres de fuga de aceite
 2. Hermetizar los tanques abiertos
 3. Aislar las fuentes de olores desagradables y de las áreas de empaquetado de productos
 4. Sustituir los materiales que tienen contacto directo con los productos por el acero inoxidable
- 2) Medidas de mejoramiento de la tecnología de FT
 1. Instalar los sistemas de precipitación coagulativa y de filtración posteriores al tratamiento biológico

11-2-4 Sub-sector de producción de jabones

Los contaminantes industriales del sub-sector de producción de jabones provienen principalmente del agua de lavado del piso y de las instalaciones, y el agua de lavado de las materias primas (grasas y aceites). Las grandes empresas cuentan con su propio sistema de tratamiento de las aguas residuales y cumplen satisfactoriamente las normas de DAMA. Por otro lado, la descarga de las PYMEs es sumamente reducida (80 m³/mes). Por lo tanto, se deduce que el impacto del sub-sector sobre la contaminación industrial de Bogotá es relativamente pequeño (1% del total).

(1) Medidas a corto plazo

- 1) Medidas de mejoramiento de la tecnología de producción
 1. Eliminar completamente la fuga de los procesos
- 2) Medidas de mejoramiento de la tecnología de control de producción
 1. Continuar y enfatizar la campaña de mejoramiento de productividad que se está impulsando actualmente.
 2. Recolectar los datos básicos para conocer correctamente la productividad en las PYMEs.

(2) Medidas a mediano plazo

- 1) Medidas de mejoramiento de la tecnología de producción
 1. Estudiar la posibilidad de instalar las máquinas extrusoras y empaquetadoras en las PYMEs
- 2) Medidas de mejoramiento de la tecnología de control de producción
 1. Continuar las medidas a corto plazo y documentar los manuales de normalización de trabajo en las PYMEs
- 3) Medidas de mejoramiento de la tecnología de FT
 1. Cumplir con las normas más rigurosas que imponga DAMA mediante la dotación del sistema de tratamiento biológico

(3) Medidas a largo plazo

- 1) Medidas de mejoramiento de la tecnología de producción
 1. Estudiar la medida de reducción de glicerina residual del producto en las PYMEs
 - (a) Realizar el desplazamiento salino, y contratar el servicio de una empresa grande para el tratamiento de sus efluentes
 - (b) Sustituir la materia prima por el ácido graso

11-2-5 Sub-sector de industria galvánica

Los principales contaminantes industriales del sub-sector de industria galvánica provienen de los sedimentos y aguas residuales descargados del proceso de industria galvánica y del sistema de tratamiento de aguas residuales. La descarga que constituye mayor problema es la correspondiente de la electrodeposición con fines ornamentales y antioxidantes, pero el volumen total descargado del sub-sector es sólo de 3,000 m³/mes. Se considera necesario orientar las empresas para que controlen y reduzcan el uso del cianógeno, incluyendo el baño de cianógeno para conservar la calidad de agua.

(1) Plan de reubicación de la industria galvánica

Para ejecutar el proyecto del parque industrial galvánica se necesita tener una visión a largo plazo, pero iniciar los estudios pertinentes en la mayor brevedad posible, siguiendo los pasos que se describen a continuación.

1. Primera fase – Estudio concreto
 - (a) Ubicación
 - (b) Aclaración de los incentivos de reubicación
 - (c) Promoción publicitaria sólo a las empresas registradas

- (d) Selección de las empresas participantes (empresas ubicadas en las zonas residenciales, las que tiene alto nivel administrativo y tecnológico, y de los sectores afines)
2. Segunda fase – diseño y construcción
3. Tercera fase – mejoramiento y fortalecimiento del parque industrial

(2) Medidas a corto plazo

- 1) Dotación de las infraestructuras del sub-sector
 1. Promoción del registro de empresas y formación de la asociación de la industria galvánica
 2. Prohibición de operación de las empresas no registradas
- 2) Medidas de mejoramiento de la tecnología de producción
 1. Drenaje separado de las aguas salpicadas
 2. Neutralización y reutilización del agua de lavado
- 3) Medidas de mejoramiento de la tecnología de control de producción
 1. Controlar las causas de defectos mediante una inspección rigurosa de recepción de materiales
 2. Realizar el mantenimiento preventivo de las instalaciones, incluyendo la composición del baño
 3. Seleccionar los materiales, pretratamiento y procesos de fácil reciclaje
 4. No aplicar el baño en las partes innecesarias y en cantidad innecesaria
 5. Ahorrar el trabajo de transporte y traslado innecesario
 6. Realizar el control riguroso de las herramientas
 7. Simplificar en la mayor medida posible los procesos de galvanización
 8. Dar un control riguroso de la concentración del líquido de proceso
 9. Realizar la agitación adecuada y homogeneización de la distribución de corriente del baño
 10. Prevenir el deterioro del líquido de proceso incluyendo el baño
 11. Reducir la carga del tratamiento de aguas residuales mediante ahorro y recuperación de agua
 12. Ahorrar energía mediante un control riguroso de calor, corriente eléctrica y de agua
 13. Almacenar y reutilizar los efluentes concentrados y lodos metálicos
 14. Reducir el volumen de los residuos sólidos mediante el reciclaje de materias primas, instalaciones y equipos

- 4) Medidas de mejoramiento de la tecnología de FT
 1. Instalar el medidor de pH (on-line) al sistema de precipitación coagulativa
 2. Instalar el tanque de regulación de pH
 3. Instalar el sistema de tratamiento de aguas residuales en las plantas que cuya descarga es mayor al volumen preestablecido
 - (a) Tratamiento por oxidación de los efluentes que contienen cianógeno
 - (b) Tratamiento de reducción y precipitación de los efluentes que contienen cromo hexavalente
 4. Estudiar la posibilidad de instalar el sistema de tratamiento de aguas residuales tipo discontinuo o de participar en el parque industrial de las PYMEs

(3) Medidas a mediano plazo

- 1) Medidas de mejoramiento de la tecnología de producción
 1. Reducción del baño de cianógeno
- 2) Medidas de mejoramiento de la tecnología de FT
 1. Estudiar la posibilidad de instalar el sistema de tratamiento de aguas residuales tipo discontinuo o de participar en el parque industrial de las PYMEs

(4) Medidas a largo plazo

- 1) Medidas de mejoramiento de la tecnología de FT
 1. Estudiar la posibilidad de instalar el sistema de tratamiento de aguas residuales tipo discontinuo o de participar en el parque industrial de las PYMEs.

11-3 Acciones que deben tomar las instituciones administrativas en cada sub-sector

Para que los sectores y las empresas pudieran poner en práctica efectivamente las acciones recomendadas en el apartado 11-2, es fundamental contar con el apoyo de las instituciones administrativas. Proponemos al Ministerio del Medio Ambiente y a DAMA elaborar y poner en marcha en la mayor brevedad posible el cronograma de ejecución de las recomendaciones.

Recomendamos a DAMA (y a ACERCAR) tomar las siguientes acciones para la descontaminación industrial:

(1) Definición y comunicación de los lineamientos básicos de la descontaminación industrial

En primer lugar se deben definir los lineamientos básicos para la promoción de las acciones de descontaminación industrial en Bogotá y comunicar su contenido a todos los sectores industriales. Estos lineamientos deberán ser discutidos con las autoridades de la Dirección de

Industria de Bogotá y con los representantes del sector privado, y paralelamente analizar los siguientes ítems para formular un plan hacia el futuro:

1. Directriz de modificación de las normas de descarga industrial de Bogotá (especialmente los ítems relacionados con el medio ambiente de vida = estándares comunitarios)
2. Subsidios a las PYMEs: Uno de los temas importantes en la formulación de lineamientos es decidir sacrificar o ayudar a las PYMEs que se vean en aprieto cuando se apliquen las normas más estrictas de descarga de aguas residuales.

(2) Promoción de las medidas de descontaminación industrial de cada sub-sector

Las medidas de descontaminación industrial de cada sub-sector objeto de nuestro estudio serán promovidas de la siguiente manera. Proponemos aprovechar al máximo las funciones de ACERCAR como ente ejecutor de dichas medidas.

1. Organización del sistema de ejecución de las recomendaciones
2. Asesoramiento y promoción para la mejora de productividad
3. Apoyo financiero e incentivos
4. Reconocimiento de méritos y promoción publicitaria

A continuación se detallan sobre cada tema:

- 1) Organización del sistema de ejecución de las recomendaciones
Creación del Grupo de Trabajo

Se propone crear el Grupo de Trabajo como un ente promotor de las recomendaciones. Inicialmente el Grupo estará integrado por los representantes de DAMA, ACERCAR, empresas objeto de auditoría detallada y de las diferentes asociaciones industriales, y su papel consistirá en comunicar los mensajes de las instituciones administrativas a los respectivos sectores y empresas, controlar e informar las acciones tomadas por los diferentes sectores y empresas, detectar y resolver los problemas.

DAMA y ACERCAR deberán nombrar el personal a cargo de cada sector, quien controle la puesta en práctica de las recomendaciones. Concretamente, en el caso de DAMA el personal que venía asumiendo el cargo correspondiente continuará realizando las gestiones pertinentes, y en el caso de ACERCAR debería nombrar los expertos para cada sector. Estos asesorarán a las empresas en la ejecución de las recomendaciones.

- 2) Orientación y promoción de las medidas de mejoramiento de productividad

También son importantes los métodos de control de calidad y las prácticas de 5S recomendados como medidas de mejoramiento de productividad sin necesidad de inversión. Por lo tanto,

ACERCAR deberá dar asesoramiento y promover los métodos de Control de Calidad.

3) Apoyo financiero e incentivos

Los proyectos de equipamiento de las empresas objeto de la auditoría detallada que tengan por finalidad cumplir con las recomendaciones serán consideradas como “proyectos demostrativos”, y DAMA deberá facilitar a los empresarios correspondientes el acceso al financiamiento de FRATI, con la condición de hacer públicas y promover los buenos resultados que hayan alcanzado con ellos.

4) Reconocimiento del mérito e información pública

DAMA deberá otorgar premios a las empresas que, mediante la ejecución de las recomendaciones, hayan logrado contribuir a la descontaminación y realizar la promoción publicitaria a manera de incentivar a otras empresas.

(3) Repercusión del proyecto en todo el sector industrial

Una vez llevadas a cabo las acciones de descontaminación en los sub-sectores objeto del estudio, y obtenidos los resultados, se extenderá el apoyo técnico y apoyo a través de ACERCAR y FRATI a otros sub-sectores y de esta manera lograr la disminución de la contaminación en todo el sector industrial.

Cuadro 11-1 Resumen del Informe Final del Estudio de Prevención de la Contaminación Industrial por la Promoción de Tecnologías de Producción Más Limpias en Santa Fé de Bogotá – República de Colombia

		Conclusiones	Recomendaciones a cada sub-sector (Costo requerido:(ejemplo): millones pesos)			Recomendaciones a las instituciones administrativas
			Medidas de mejoramiento	Costo requerido	Beneficios	
SUBSECTOR	Comunes	1. Contaminación industrial provocada por cada sub-sector objeto del estudio 1) La carga contaminante emitida de los cuatro sub-sectores objeto del estudio es relativamente reducida dentro de todo el sector industrial. Sin embargo, para lograr descontaminación industrial en Bogotá, es necesario reducir aún más la carga contaminante. 2) Muchas de las empresas visitadas fueron PYMEs, caracterizadas por la carga contaminante relativamente reducida dentro de cada sub-sector. 3) De los cuatro sub-sectores, sólo la industria galvánica encubre potencial de descargar sustancias perjudiciales (CN, Cr, etc.) Los contaminantes de los demás sub-sectores son principalmente los elementos concernientes a la contaminación del medio ambiente de vida (DBO, DQO, SS, etc.).	(1) Mejorar la tecnología de control 1) Investigar el requerimiento unitario y los costos 2) Investigar el balance de agua y el volumen de aguas residuales 3) Promover las actividades de 5S y la normalización de las operaciones (2) Prevenir totalmente la fuga del proceso		- Mejoramiento de la precisión de control y productividad - Mejoramiento de la precisión del control - Mejoramiento de la productividad - Mejoramiento de la calidad y reducir el volumen de efluentes	(1) Elaborar y divulgar los lineamientos básicos sobre la descontaminación industrial 1. Lineamientos para la modificación de las normas de descarga de efluentes industriales en Bogotá (ítems relacionados con el medio ambiente de vida) 2. Lineamientos para el apoyo a las PYMEs (2) Promoción de las acciones de descontaminación industrial en los sub-sectores objeto del Estudio Se aprovechará la función de ACERCAR como organismo ejecutor para promover la ejecución de las recomendaciones entregadas a cada sub-sector por este Estudio 1. Organización del sistema de ejecución 2. Dirección y divulgación de las medidas de mejoramiento de producción, incluyendo métodos de control de calidad, 5S, etc., a través de ACERCAR 3. Apoyo financiero y aplicación de incentivos a través de FRATI 3. Reconocimiento del mérito y promoción publicitaria por el cumplimiento de las recomendaciones (3) Repercusión y promoción en todo el sector industria
	Sub-sector textil	2. Potencial de descontaminación industrial Es posible lograr la descontaminación industrial en cada uno de los sub-sectores seleccionados mediante aplicación conjunta de las tecnologías de PML y de FT. Sin embargo, la mayoría de las empresas son pequeñas y medianas, que dentro de la recesión económica que está viviendo el país, se hace difícil que cada una de ellas asuman el costo de inversión para la nuevas infraestructuras. (1) Potencial de promoción de <u>tecnología de PML</u> 1) Todavía queda mucho que hacer para mejorar en el control de producción. 2) El sub-sector textil podrá ahorrar energía mediante inversión en equipos de recuperación del calor residual, y reducir el volumen de descarga de aguas residuales mediante el control de la tasa de baño de tinte. 3) En los sub-sectores de refinamiento de grasas y aceites y de producción de jabones, dado que los procesos son simples, la tecnología de PML consistirá fundamentalmente en el control prioritario de fugas de los procesos. 4) En el sub-sector de industria galvánica, se espera reducir considerablemente el volumen de aguas residuales mediante la neutralización y reutilización del agua de lavado. 5) Se recomienda impulsar el proyecto de construcción del parque industrial galvánico	(1) Instalar el sistema de recuperación de calor residual (2) Mejorar la tecnología (reducir la tasa de baño de tinte, optimizar la dosis de la sal, automatizar el proceso, etc.) (3) Instalar el tanque de almacenamiento de efluentes y equipo de control de pH (4) Instalar el sistema de tratamiento de aguas residuales mediante el proceso de coagulación y sedimentación, y de fango activado (se requiere inversión)	180 30	- Ahorro de energía - Alivio de la carga contaminante por la reducción del consumo de agua - Mejoramiento y estabilización de la calidad de las aguas residuales - Reducción de la carga contaminante (para responder a las futuras normas de DAMA que serán más existentes)	
	Refinamiento de grasas y aceites		(1) Prevenir cabalmente la fuga de los procesos (2) Fortalecer el control de interceptores de aceite (3) Instalar progresivamente el sistema de flotación, coagulación y sedimentación y de tratamiento biológico (4) Realizar el control higiénico de los equipos como plantas de procesamiento de alimentos		- Mejoramiento de la calidad de aguas residuales y mejoramiento del requerimiento unitario - Prevención de pérdidas, reducción de residuos, mejoramiento de la calidad de aguas residuales y mayor seguridad 32	
	Producción de jabones		(1) Prevenir cabalmente la fuga de los procesos (2) Instalar el tanque de almacenamiento de aguas residuales (3) Instalar las máquinas de extrusión en las PYMEs (4) Instalar las máquinas empaquetadoras en las PYMEs (5) Instalar el sistema de tratamiento biológico en las plantas grandes (se requiere inversión)	150 40	- Mejor calidad y menor volumen de aguas residuales - Mejoramiento y estabilización de la calidad de aguas residuales - Mejor productividad - Mejor productividad - Alivio de la carga contaminante por la mejor calidad de aguas residuales	
	Industria galvánica		(2) Potencial de mejoramiento por la <u>tecnología de FT</u> 1) La instalación del tanque de almacenamiento de efluentes permitirá mejorar y estabilizar la calidad de las aguas residuales. 2) En cuanto a los ítems relacionados con el medio ambiente de vida, es necesario mejorar o instalar el sistema de tratamiento de aguas residuales (coagulación, etc.) (1) Legislación nacional 1) No existen las normas ambientales nacionales. 2) No existen las normas de descarga con valores concretos de los ítems para la conservación del medio ambiente de vida. (2) Normas de descarga de DAMA 1) Las normas de DAMA establecen un nivel de control estricto comparable con las normas japonesas en cuanto a las sustancias perjudiciales, mientras que para los ítems relacionados con el medio ambiente de vida (DBO, DQO, etc.) son demasiado poco estrictas para reducir la contaminación industrial. 2) Las normas vigentes son aplicadas a toda la descarga, independientemente a su volumen. Se propone atribuir mayor prioridad al control de las industrias que descargan grandes volúmenes de efluentes para la reducción de la contaminación ambiental.	(1) Realizar el manejo separado de efluentes (2) Reutilizar el agua de lavado por neutralización (se requiere inversión) (3) Reducir el baño CN (4) Realizar el control cabal del baño de recubrimiento (1) Instalar el sistema de tratamiento de aguas residuales (CN, Cr ⁶⁺) (6) Instalar el sistema de tratamiento de aguas residuales tipo discontinuo en las PYMEs o promover el proyecto de construcción del parque industrial galvánica	16	- Reducción del consumo y descarga de agua - Reducción del consumo y descarga de agua - Mejor calidad de aguas residuales - Mejor calidad de aguas residuales - Mejor calidad de aguas residuales - Mejor calidad de aguas residuales
	Políticas y estrategias					(1) Legislaciones 1) Definir las normas ambientales nacionales, modificación de las normas de descarga vigentes, etc. 2) Modificar las normas de descarga de DAMA (sobre los ítems concernientes a la protección del medio ambiente de vida) y el sistema de facturación, etc. (2) Estrategias para la descontaminación industrial 1) Reiniciar la aplicación de incentivos tributarios para las inversiones pro-ambientales 2) Establecer el sistema de selección de fábricas designadas para el control de contaminación, sistema de nombramiento del personal responsable del control de contaminación, sistema de reconocimiento de mérito, etc. 3) Reactivar la promoción de la descontaminación industrial (ampliación de la influencia del Centro de Tecnología de Producción Más Limpia a nivel nacional, etc.)