



Gestión de Tecnologías Más Limpias

Producción Más Limpia

Producción más Limpia (P+L)

Producción Más Limpia es definida por PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio ambiente) como:

“la aplicación continua de una estrategia ambiental, preventiva e integrada a los procesos productivos, a los productos y servicios, para incrementar la eficiencia global y reducir riesgos a los humanos y al medio ambiente”

Ministerio de Economía y Finanzas, Anexo I Reglamentación de Ley 16906

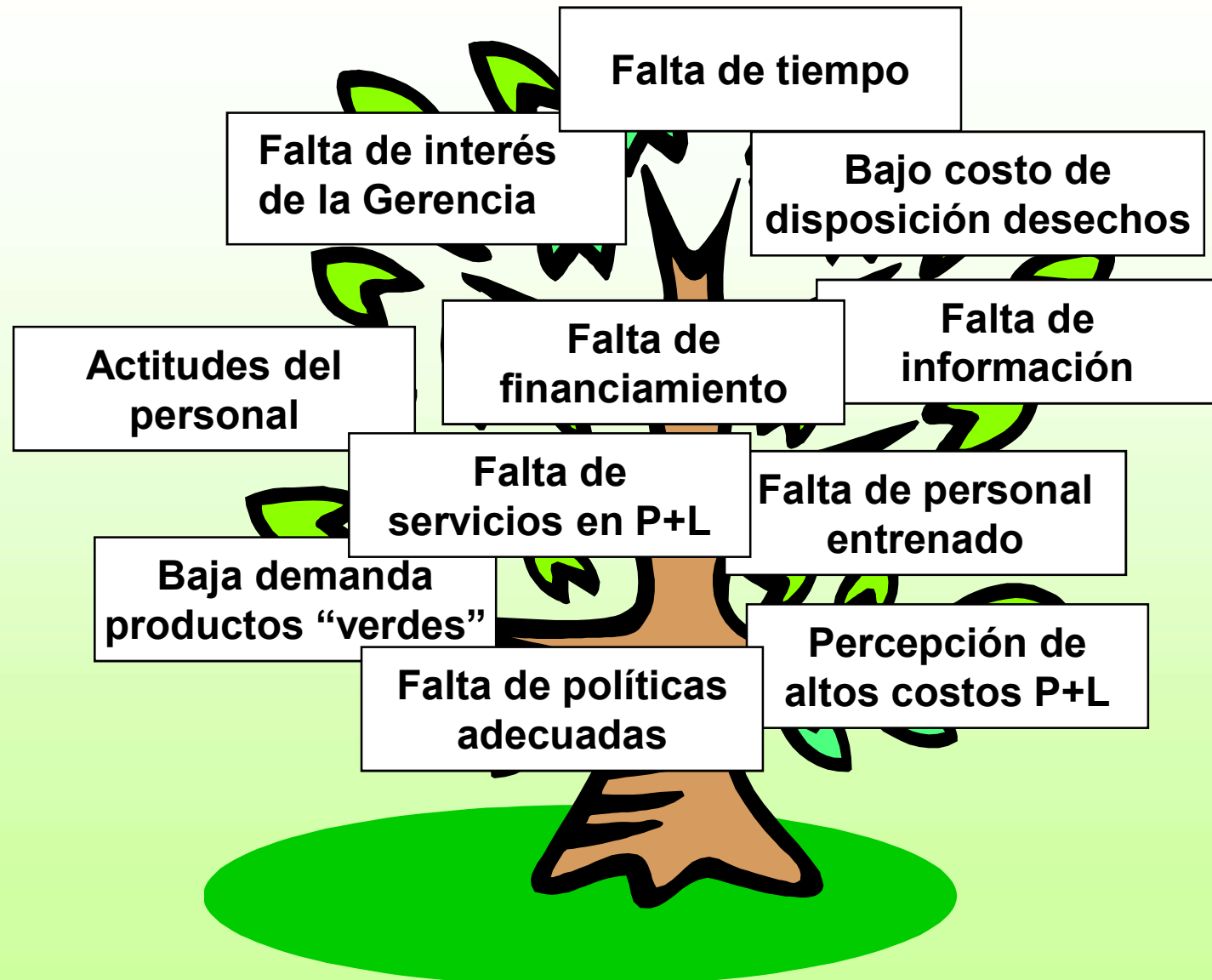
Producción más Limpia

Un enfoque de prevención ambiental, encaminada a aumentar la eficiencia de los recursos y la reducción de la generación de contaminación y residuos en la fuente, en lugar de abordar y mitigar los síntomas

- ❖ **Conservación de las materias primas, agua y energía,**
- ❖ **Eliminación de materias primas tóxicas**
- ❖ **La reducción de la cantidad y toxicidad de todas las emisiones**
- ❖ **La reducción de desechos en la fuente**



Barreras para el uso de la Heramienta P+L



Para empezar a bajar BARRERAS, el enfoque debe ser:

RESIDUOS=NO PRODUCTOS



Beneficios-Empresario

Financieras

- Diversificación con nuevos productos
- Mejora de imagen
- Acceso a nuevos mercados
- Aumento de las ventas

- Reducción de costos a través de mejor manejo energético
- Reducción de costos a través de un mejor manejo de desechos
- Aumento de las ganancias
- Ayuda en evaluación de riesgo
- Minimiz. de inversión end-of pipe

Comerciales

Operacionales

- Mejora condic. seg. y salud ocupac.
- Mejora relaciones comunid. y autorid.
- Reduce costos disposición desechos
- Nuevos conocimientos generados al interior de la empresa
- Aumento eficiencia de los procesos
- Efecto positivo en personal

Producción más Limpia



Producción más Limpia

REDUCCIÓN EN EL ORIGEN	CAMBIOS EN EL PROCESO	Mejoramiento en la gestión y de prácticas de operación
		Sustitución de materias primas e insumos contaminantes
		Cambios Tecnológicos / Tecnologías limpias
	CAMBIOS EN LOS PRODUCTOS	Diseño con menor impacto ambiental
		Incremento de la vida del producto
REUSO Y RECICLAJE		Recuperación y reuso <u>al interior</u> del proceso de producción
		Reciclaje fuera del proceso vía terceros
PRETRATAMIENTO Y TRATAMIENTO		
DISPOSICIÓN - DESTRUCCIÓN - REMEDIACIÓN		

\$



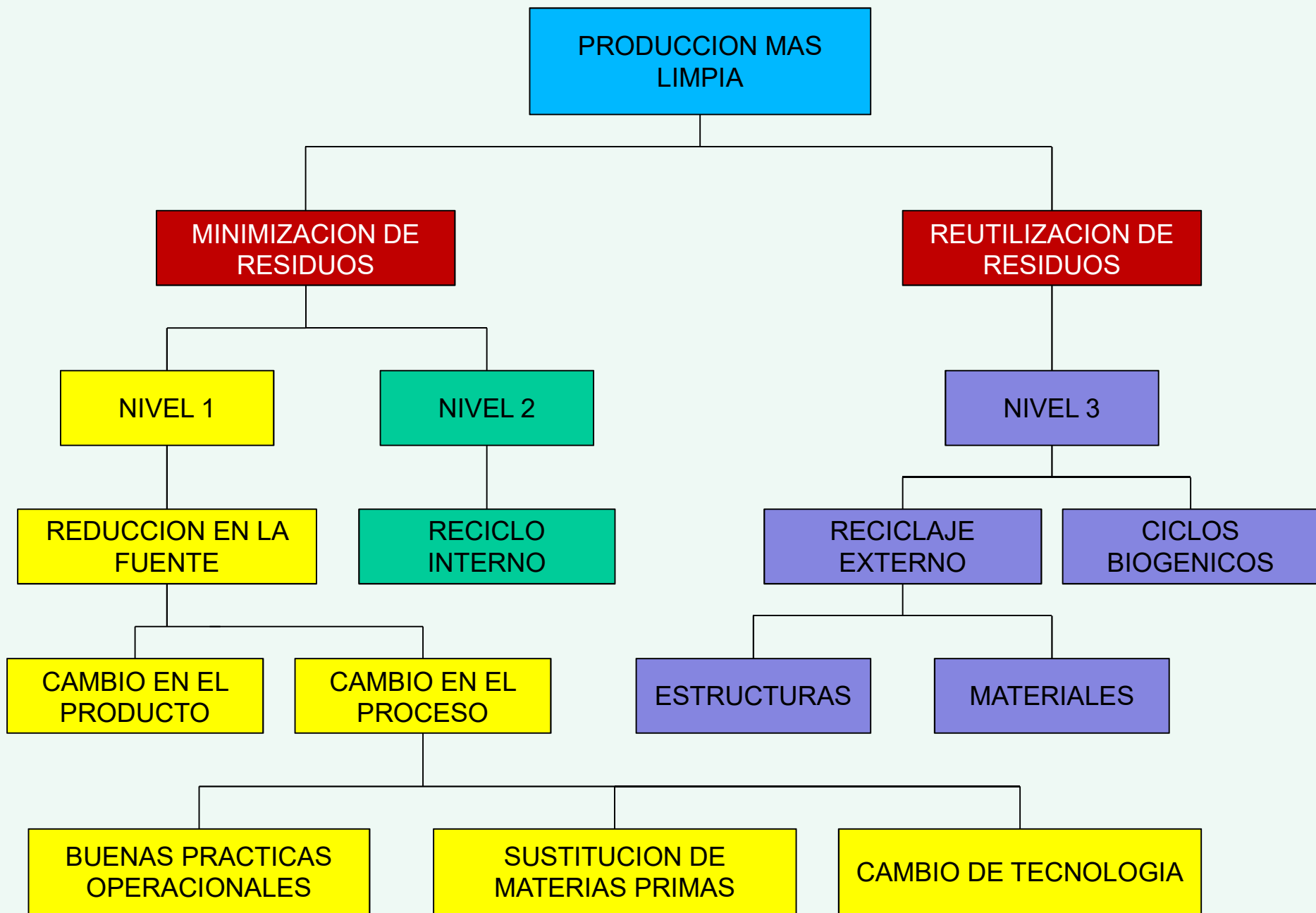
\$



\$



\$



PRODUCCION MAS LIMPIA

MINIMIZACION DE RESIDUOS

REUTILIZACION DE RESIDUOS

NIVEL 1

NIVEL 2

NIVEL 3

REDUCCION EN LA FUENTE

RECICLO INTERNO

RECICLAJE EXTERNO

CICLOS BIOGENICOS

CAMBIO EN EL PRODUCTO

CAMBIO EN EL PROCESO

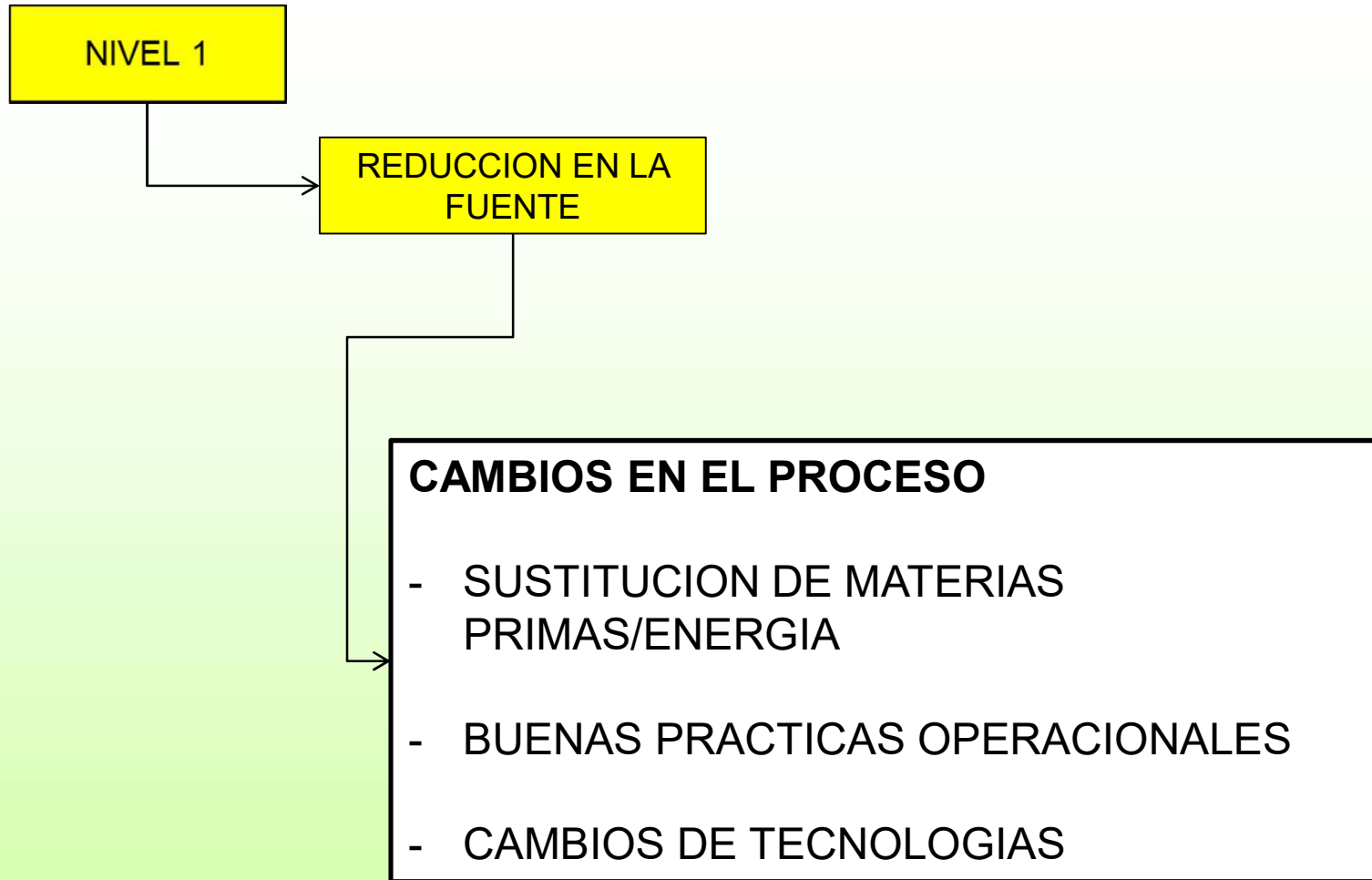
ESTRUCTURAS

MATERIALES

BUENAS PRACTICAS OPERACIONALES

SUSTITUCION DE MATERIAS PRIMAS

CAMBIO DE TECNOLOGIA



NIVEL 1

REDUCCION EN LA
FUENTE

CAMBIOS EN EL PROCESO

- SUSTITUCION DE MATERIAS PRIMAS/ENERGIA
- BUENAS PRACTICAS OPERACIONALES
- CAMBIOS DE TECNOLOGIAS

SUSTITUCION DE MATERIAS PRIMAS/ENERGIA

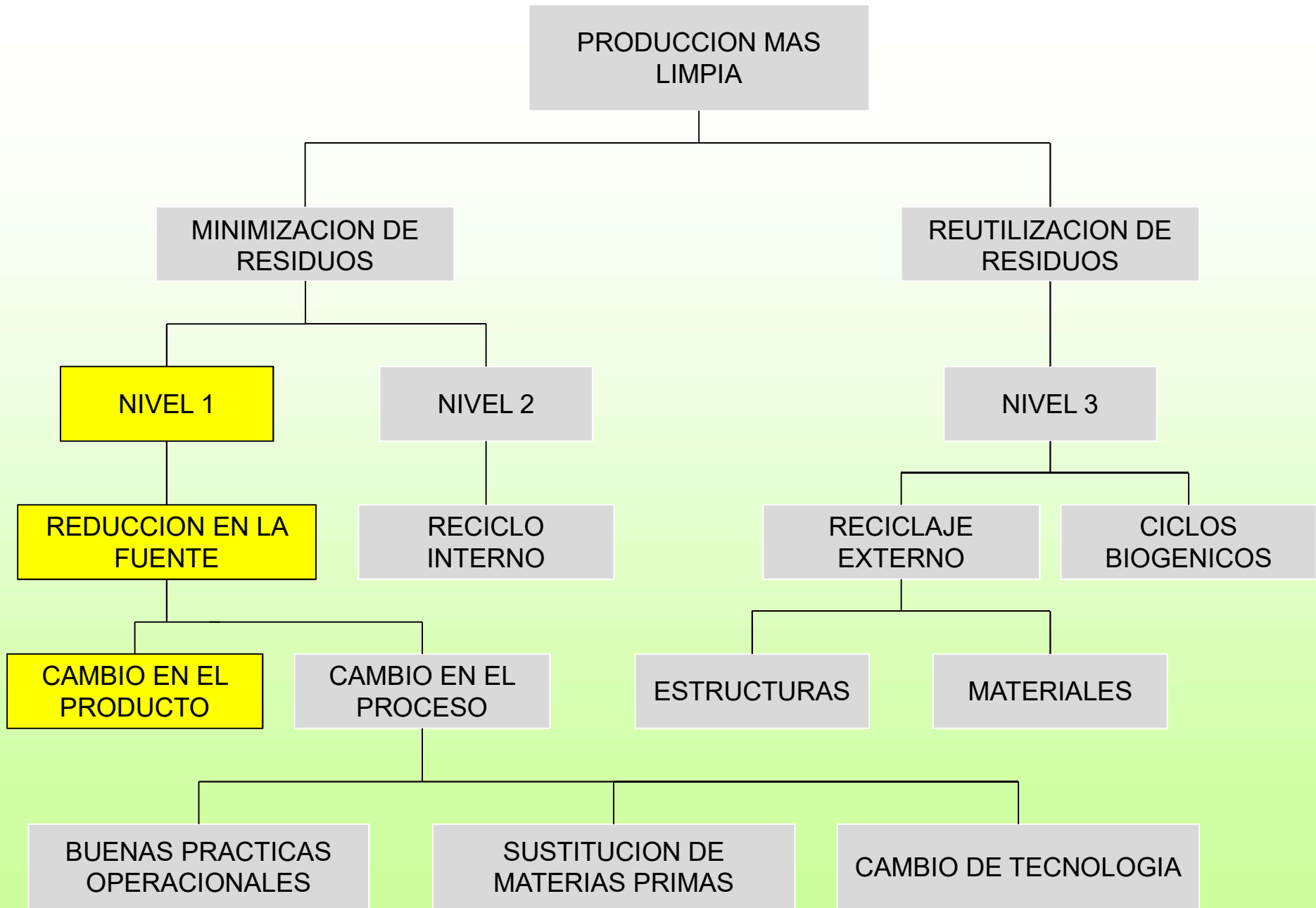
- Cambio por materias primas menos contaminantes: sustitución de solventes orgánicos por acuosos
- Mejoras en la preparación de la materia prima: colocación de automatismos.
- Cambio de energía: Ejemplo GAS/fuel –oil por PELLET.

BUENAS PRACTICAS OPERACIONALES

- Optimizar parámetros operativos
- Estandarización de procedimientos operativos
- Mejoras del sistema de compras y ventas
- Mejora del sistema de información y entrenamiento
- Mejoras del sistema de mantenimiento

CAMBIOS DE TECNOLOGIA

- Alimentación automática de un proceso: variadores de velocidad, PLC
- Sustitución de procesos termoquímicos por Físicos.
- Mejoras del sistema de compras y ventas
- Mejora del sistema de información y entrenamiento



NIVEL 1

REDUCCION EN LA FUENTE

CAMBIOS EN EL PRODUCTO

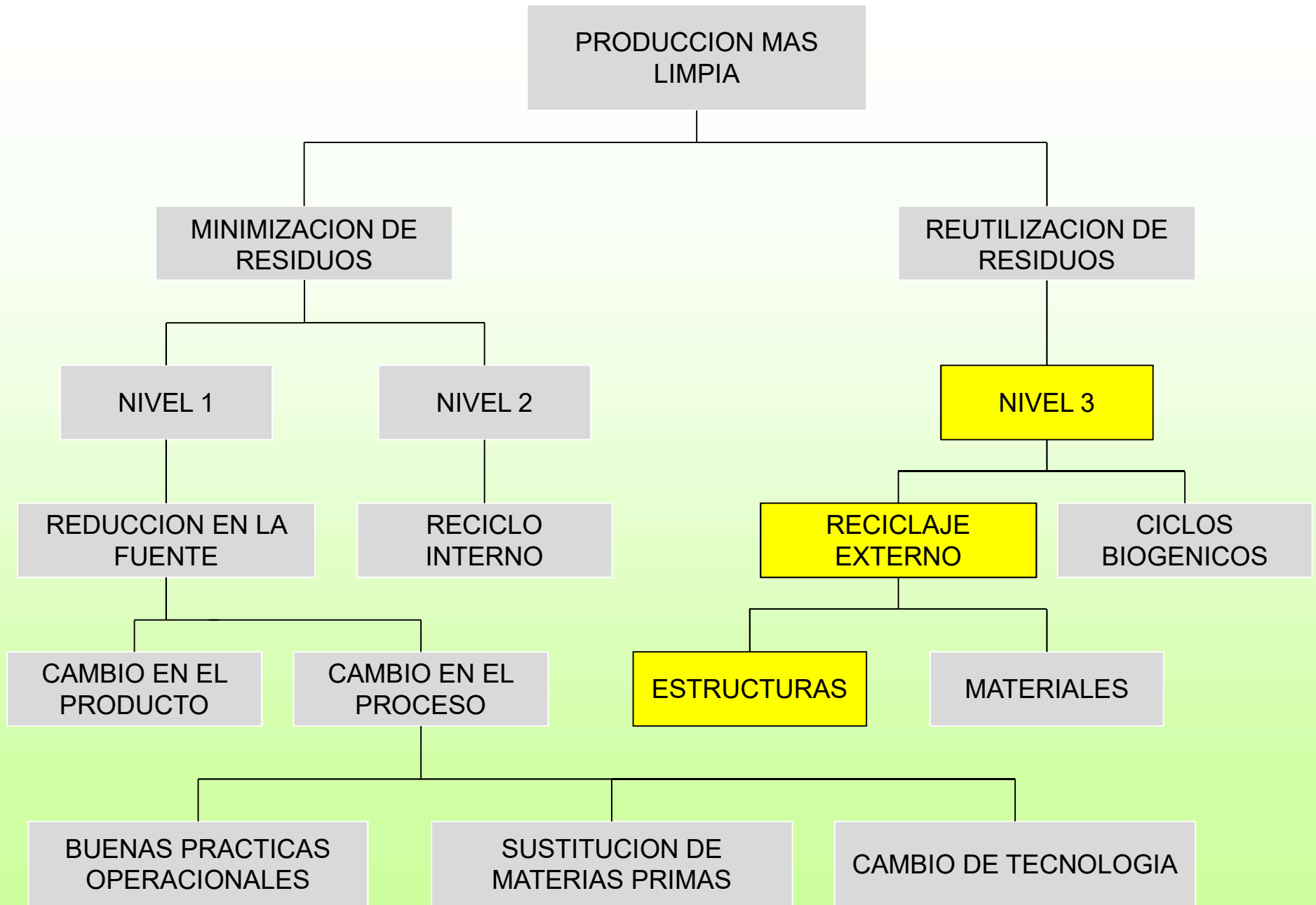
- Eliminar sustancias tóxicas del producto: cambios de legislación.
- Reducir el material de packing
- Cambio de material del packing por reciclable.
- Aumentar la vida útil del producto: ejemplo alimentos.



NIVEL 2

RECICLO INTERNO

- Reciclo interno de Aguas de enjuague
- Recuperación de solventes para el mismo proceso
- Recuperación de condensado de calderas
- Recuperación de mermas en el proceso



REUTILIZACION DE RESIDUOS

NIVEL 3

RECICLAJE EXTERNO

Reciclaje, Reuso y recuperación (3R's)

Si hay residuos que es imposible o difícil de reducir en la fuente:

- ✓ Reciclaje: convertir un residuo en un insumo o en un nuevo producto
- ✓ Reuso: volver a utilizar un residuo en su forma original
- ✓ Recuperación: aprovechar o extraer componentes útiles de un residuo

Reciclaje



Recuperación



Reuso



Actualmente la tasa de recuperación mundial de neumáticos es del 70% y la de reciclaje del 50%.

En Uruguay,

CECONEU (Centro de Comerciantes en Neumáticos del Uruguay y Ramas Afines) da origen a GENEU

<https://geneu.com.uy/ciclo-de-los-ncfu/>

Analicemos estos videos:

https://www.youtube.com/watch?v=6KDz0NT_S0k

https://www.youtube.com/watch?v=6KDz0NT_S0k

ETAPAS DE LOS PROYECTOS DE PML

1- Formación de equipo de trabajo

2- Diagnóstico

- **Descripción de proceso**
- **Diagrama de flujo**
- **Balances de masa y energía**
- **Mediciones**

3- Oportunidades de Mejora

- **Identificación**
- **Categorización**

4- Estudios de caso

5- Planes de continuidad

1-FORMACION DE EQUIPO DE TRABAJO

Identificación de barreras

Predisposiciones del personal

- “ Para que cambiar si el producto sale bien”
- “ Mi responsabilidad es producir mas”
- “ Mas trabajo y no tenemos tiempo”
- “ Estas ideas, acá no sirven”
- “ Eso es muy caro”

Datos

- Información parcial o estimada
- Carencia de sistemas de registros

ETAPAS DE PROYECTOS DE P+L

1- Formación de equipo de trabajo

2- Diagnóstico

- **Descripción de proceso**
- **Diagrama de flujo**
- **Balances de masa y energía**
- **Mediciones**

3- Oportunidades de Mejora

- **Identificación**
- **Categorización**

4- Estudios de caso

5- Planes de continuidad

DESCRIPCION DE LA EMPRESA (Ejemplo)

1- General

Empresa familiar dedicada a la producción de Pan Rallado fundada en el año 2000. Sus principales clientes son: Carnicerías, y Fabricas de congelados.

2- Organigrama: 14 personas

- **Directores: 2**
- **Gerente: 1**
- **Administrativo: 1**
- **Encargados de proceso: 2**
- **Operarios: 8**

3- Producción: 3200 kg de Pan Rallado / dia, con variantes de producto en función de la granulometría.

Descripción del proceso

- ¿Cuáles son los principales procesos?
- ¿Cuáles son los insumos más importantes y salidas?

Caminata de inspección

Prestar atención a los procesos que:

- Generan residuos y emisiones
- Clasificar esos residuos
- Residuos que suponen una pérdida económicas (Volquetas)
- Residuos que son considerados un problema por todos los involucrados ,

Elaborar diagrama de flujo preliminar

¿Que es un Diagrama de flujo?

Es una representación gráfica que desglosa un proceso.

Cada paso del proceso es representado por un símbolo diferente que contiene una breve descripción de la etapa de proceso.

Los símbolos gráficos del flujo del proceso están unidos entre sí con flechas que indican la dirección de flujo del proceso.

Involucrar al equipo

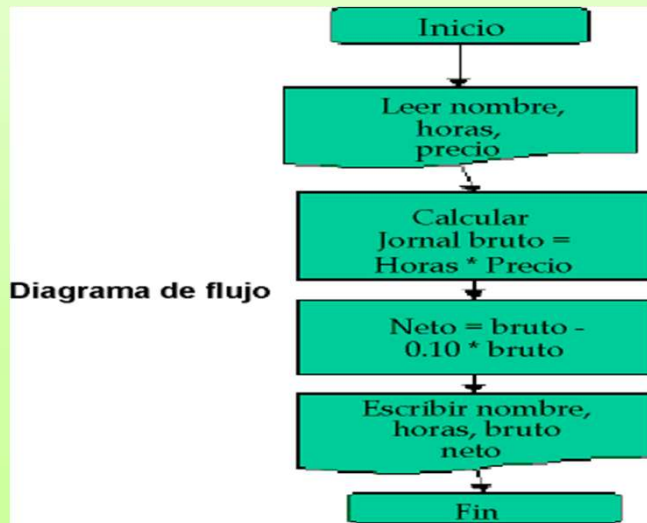
El diagrama de flujo debe ser realizado por un equipo de trabajo en el que las distintas personas aporten, en conjunto, una perspectiva completa del proceso.

Tipos de diagrama de flujo

POR SU PRESENTACIÓN:

De bloque: Se representan en términos generales con el objeto de destacar determinados aspectos.

De detalle: Plasman las actividades en su más detallada expresión



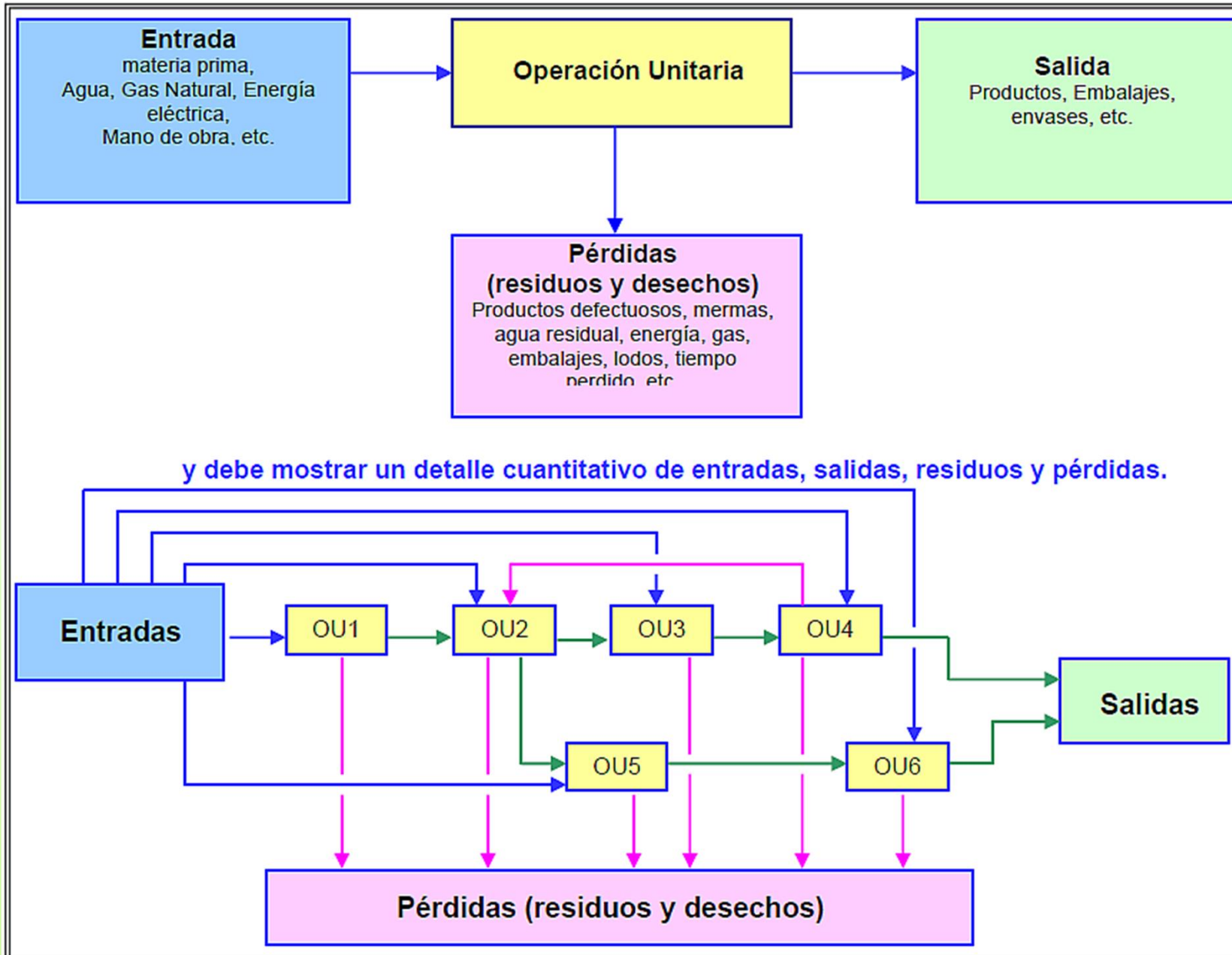
Producción más Limpia

DIAGRAMA DE FLUJO

- Identificar las operaciones unitarias del proceso
- Evaluar las entradas y salidas de cada operación
- Hallar las interrelaciones entre cada una de ellas
- Construir un diagrama con esta información



Diagrama de flujo



Producción más Limpia

DIAGRAMA DE FLUJO-Enfoque en “no productos”

- Identificar etapas con generación de residuos
- Clasificar los residuos en peligrosos
- Determinar costos de residuos equivalentes a insumos (kg de Insumo/kg de producto; kg de residuo/kg de producto)
- Consumo de energía eléctrica, vapor, etc.
- Requerimientos legales relacionados con los desechos (Ley de residuos)

Diagrama de flujo

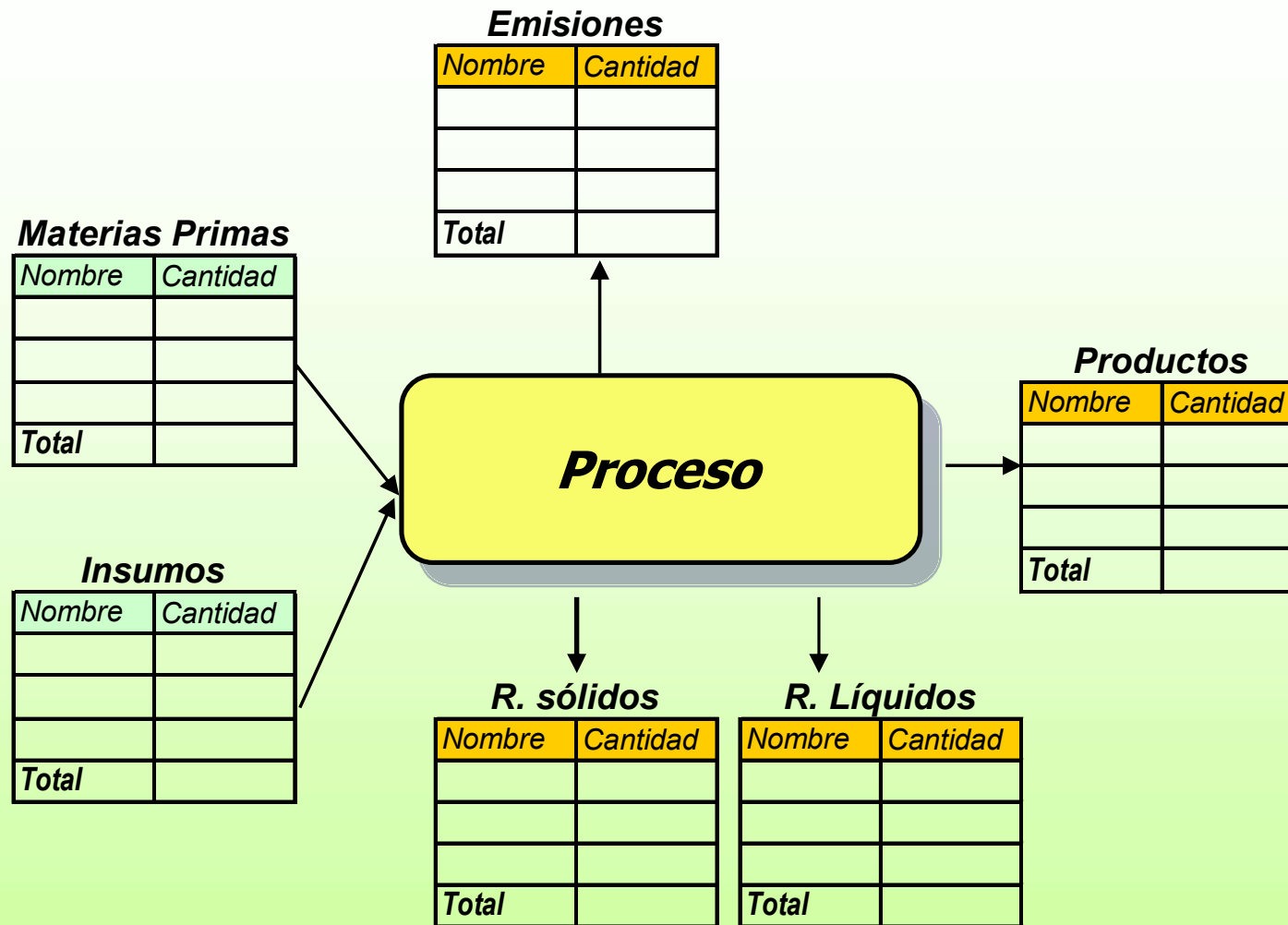
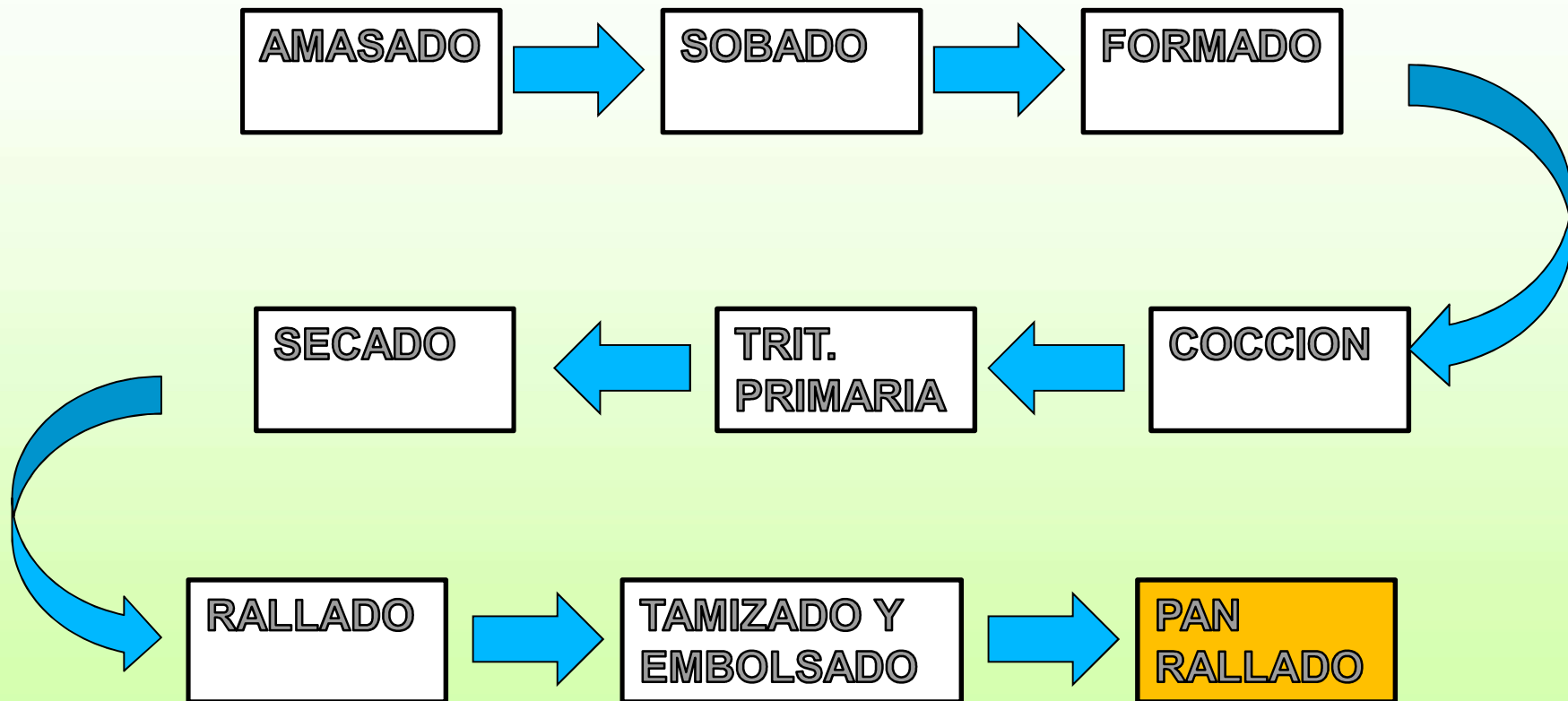
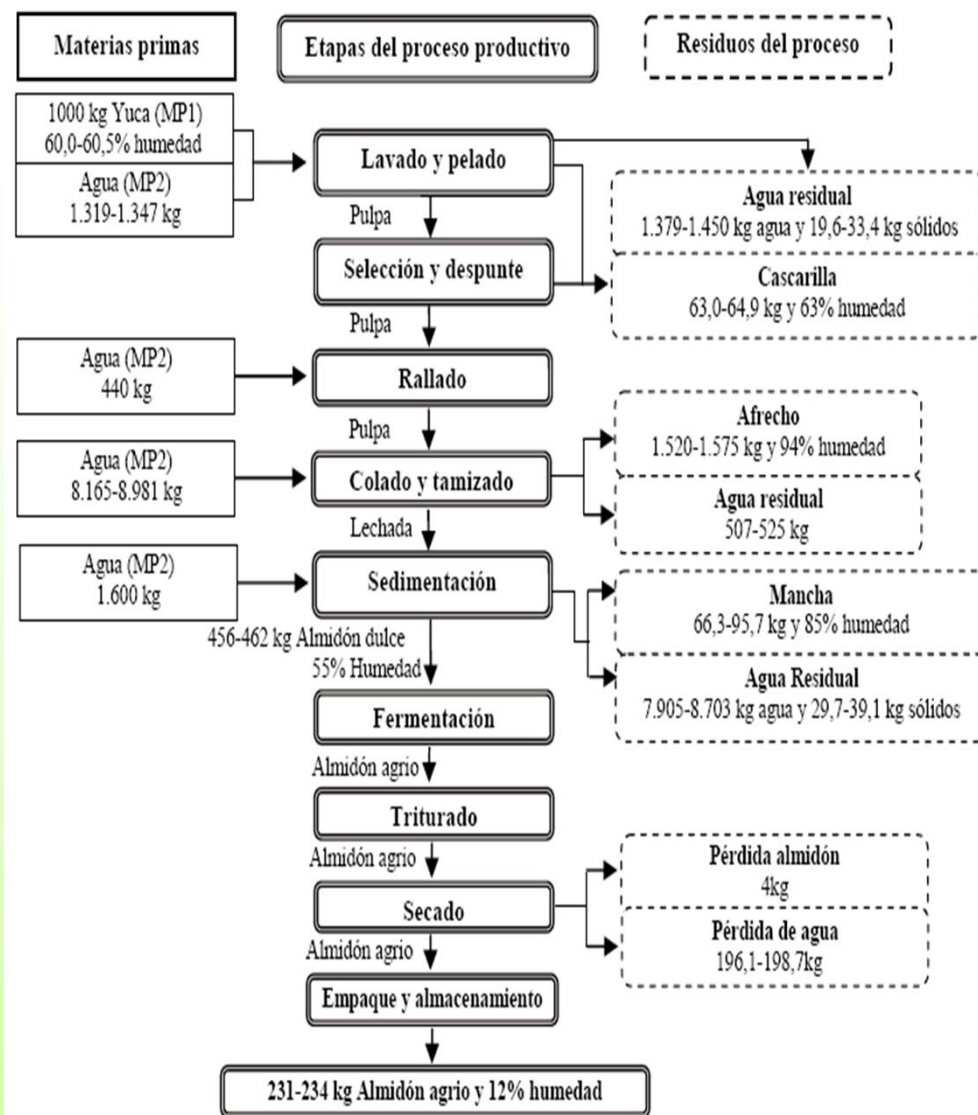
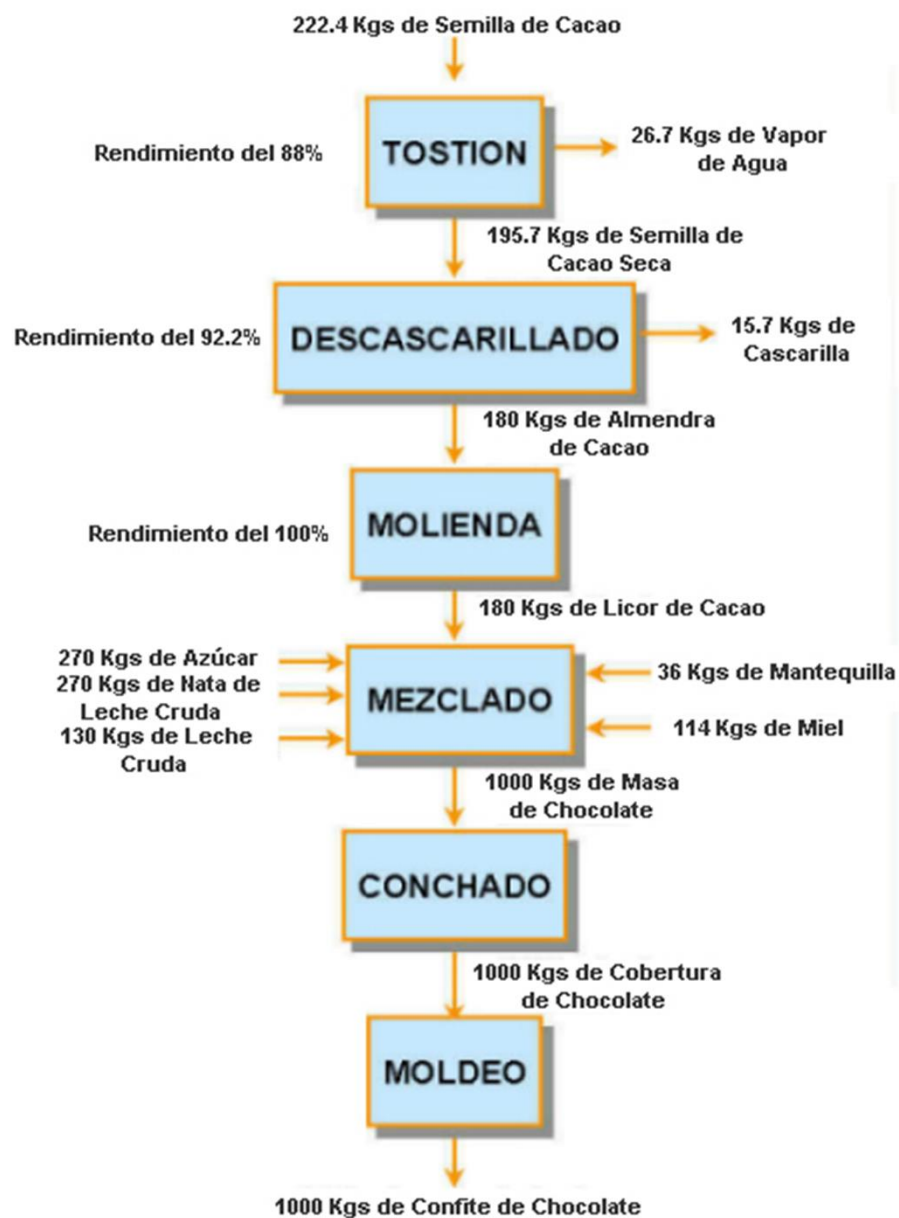




Diagrama de flujo





Fuente: Adaptado de Torres *et al.*, 2006; Cajigas, 2008

Figura 2. Diagrama de flujo y balance de masa del proceso de extracción de almidón agrio de yuca por unidades operativas usando yuca procedente del Eje Cafetero en la rallandería objeto de estudio.

Residuos

- Sólidos - PGRS
- Líquidos- Efluentes Industriales- Domiciliarios
- Gaseosos-Emisiones a la atmosfera

Generación de los residuos

Materias Primas/materiales:

- ✓ Vencimientos
- ✓ Desperdicios de almacenamiento y manipuleo
- ✓ Proceso de producción
- ✓ Empaques

Productos:

- ✓ Calidad
- ✓ Transporte y manipulación
- ✓ Devoluciones

Emisiones

Polución atmosférica

Conceptos

Polución de aire

Presencia de uno o más contaminantes atmosféricos

Polución atmosférica

Toda o cualquier forma de materia y/o energía que según sus características, concentración y tiempo de permanencia en el aire, pueda causar daño a la salud, a los materiales, a la fauna y flora y sea perjudicial a la seguridad, al uso de la propiedad, a la economía y al bienestar de la comunidad.

Indicadores de Polución atmosférica

El grupo de contaminantes que, en general, sirven como indicadores de calidad del aire por su mayor frecuencia de ocurrencia y por sus efectos adversos que causan al medio ambiente están son ***gases y partículas***:

Dióxido de azufre (SO₂)

Partículas de polvo suspendidas en el aire (material particulado)

Monóxido de carbono (CO)

Ozono (O₃)

Dióxido de nitrógeno (NO₂)

Polución atmosférica

Efectos de los principales contaminantes

Contam.	Medio ambiente	Efecto en la Salud
CO	Reacciona con el oxígeno formando CO ₂ , pudiendo afectar el equilibrio térmico de la atmósfera	Se combina con la hemoglobina sustituyendo el oxígeno, provocando dificultades respiratorias y asfixia
CO ₂	Su aumento anormal puede elevar la temperatura de la superficie terrestre y provocar efectos como el cambio climático	Por sus efectos sobre el ambiente, el CO ₂ , puede a largo plazo hacer inadecuado al planeta para la vida humana

Polución atmosférica

Efectos de los principales contaminantes

Contam.	Medio ambiente	Efecto en la Salud
SO ₂	Afecta los animales y las plantas Reaccionan con el vapor de agua produciendo un ácido (lluvia ácida)	Acción irritante en las vías respiratoria, provocando tos, agravando el asma y bronquitis crónica y afectando otros órganos
NO _x	Contribuye a la formación de lluvia ácida	Acción irritante en las vías respiratoria, pudiendo ocasionar edema pulmonar

Polución atmosférica

Efectos de los principales contaminantes

Contam.	Medio ambiente	Efecto en la Salud
Hidrocarburos (HC)	Reaccionan químicamente en la atmósfera dando productos oxidantes fotoquímicos (smog fotoquímico)	Acción irritante en los ojos y en las vías respiratorias
Material particulado	Disminución de la visibilidad y del intercambio gaseoso en las plantas por deposición de partículas en las mismas	Interfiere en el sistema respiratorio pudiendo afectar los pulmones y el organismo como un todo

Polución atmosférica - Ejemplo de fuentes

Las principales fuentes industriales de generación de polución del aire son:

- ✓ Chimeneas
- ✓ Cabinas de pintura,
- ✓ Calderas,
- ✓ Hornos,
- ✓ Instalaciones de electrólisis,
- ✓ Fundiciones,
- ✓ Tratamientos de superficies
- ✓ Limpieza, desengrase,
- ✓ Quema e incineración de residuos,
- ✓ Instalaciones de lavado de vehículos

Polución atmosférica - Ejemplo de fuentes

- ✓ Instalaciones de carga y descarga y manipuleo de materiales,
- ✓ Equipamientos e instalaciones generadoras de residuos,
- ✓ Transporte,
- ✓ etc.

Polución atmosférica – *Polución por los vehículos*

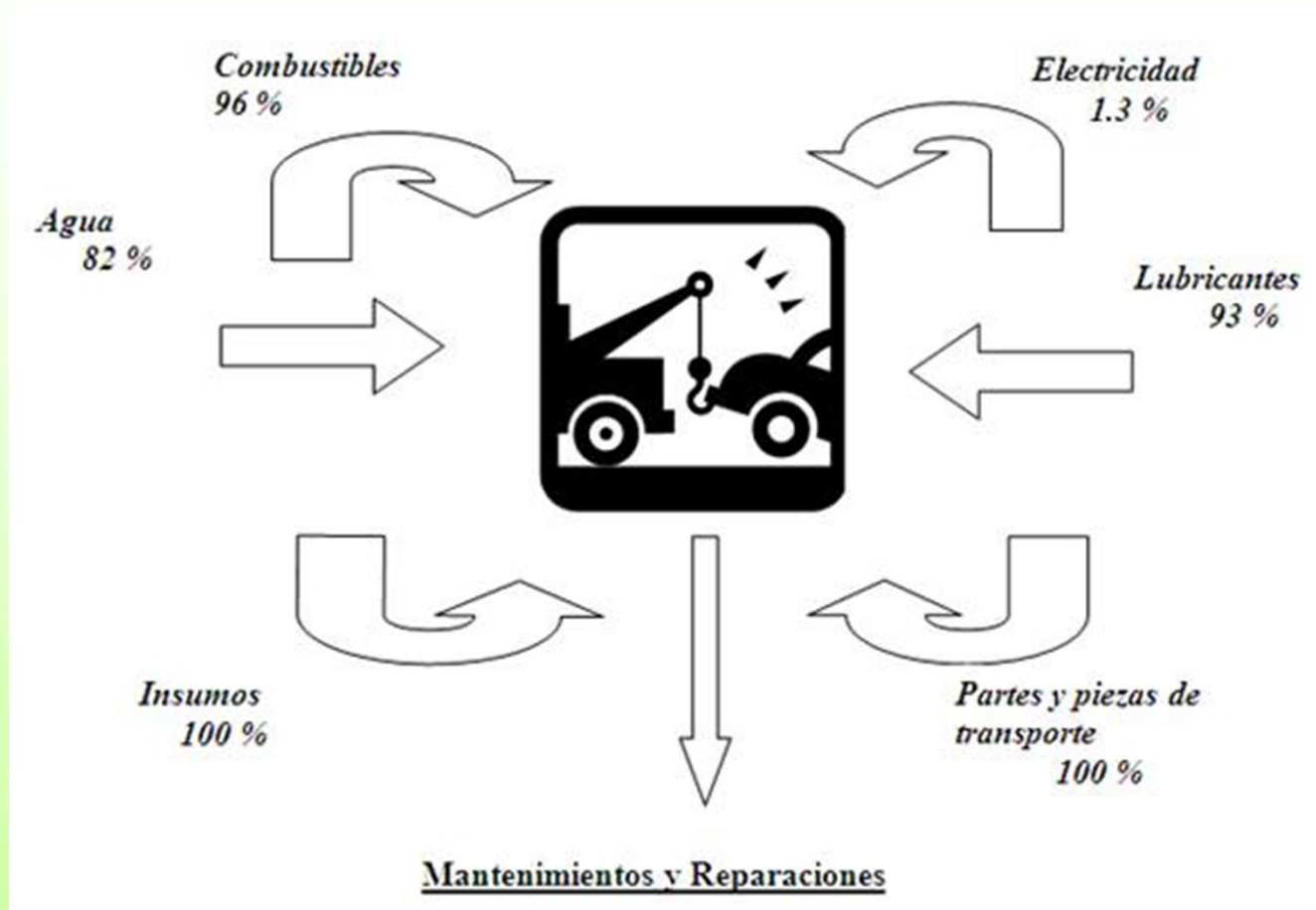
- ✓ Polvo (hollín) que ocurre con mayor intensidad con vehículos a diesel,
- ✓ Hidrocarburos, emitidos durante la combustión incompleta o por pérdidas por evaporación,
- ✓ SO₂ emitido durante la combustión por la presencia de azufre en los combustibles,
- ✓ NO_x emitido durante la combustión, presente en todos los procesos de quema
- ✓ CO emitido durante la combustión, en mayor concentración cuando la quema es incompleta

Polución atmosférica – *Polución por los vehículos*
Gases emitidos valores promedio

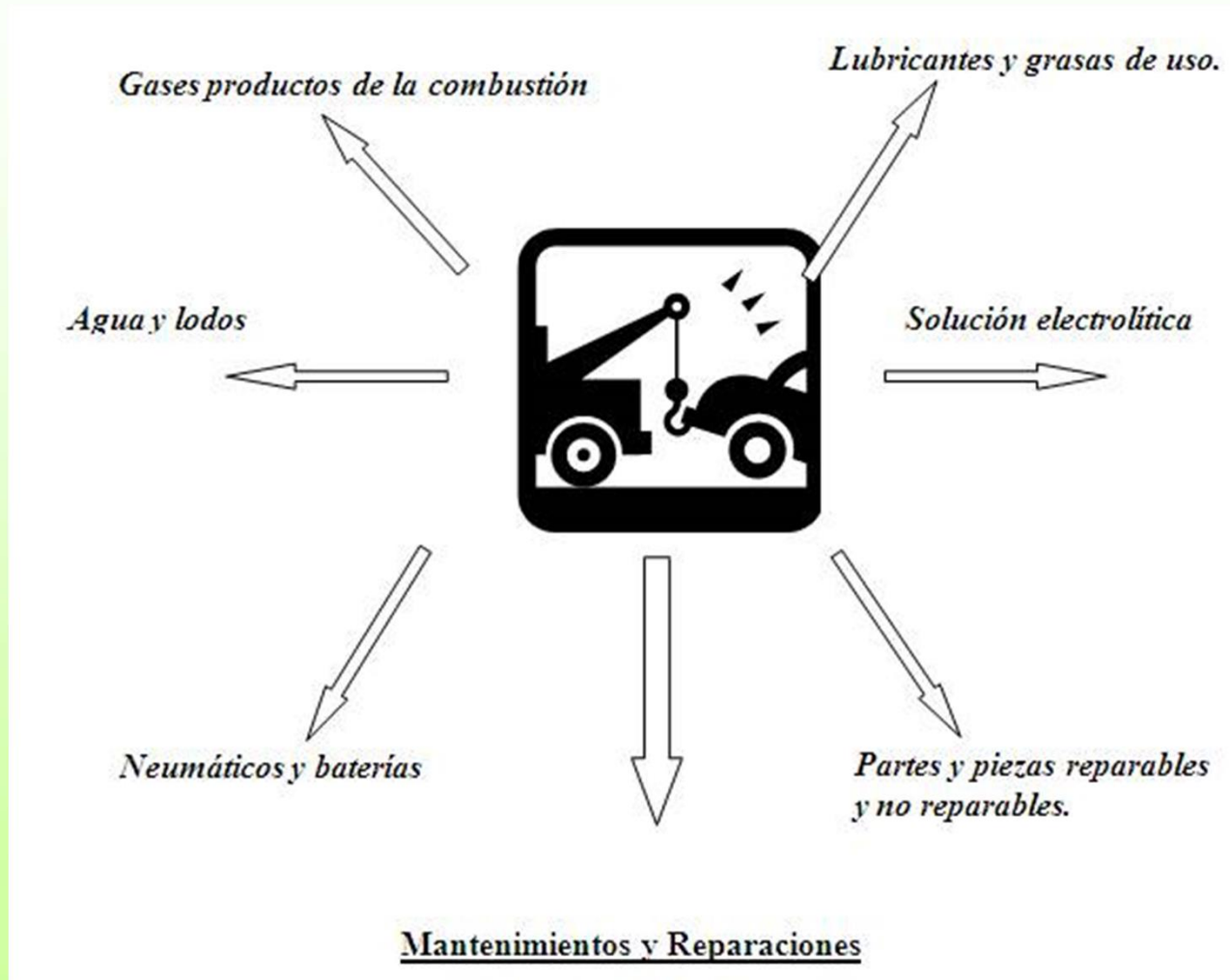
Contaminante	Nafta	Alcohol	Diesel
CO	27.7	16.7	17.8
HC	2.7	1.9	2.9
NO _x	1.2	1.2	13.0
SO ₂	0.22	0	2.72
Hollín	0.21	0	0.81

Unidades g/km rodado

Ejemplo: Balance de masa y energía



Ejemplo: análisis de generacion de residuos



LIQUIDOS-Efluentes Industriales

(Decreto 253/79 –Parámetros a colector)

- TEMPERATURA Máx 35° C
- pH Entre 5,5 7 9,5
- DBO5 Máx 700 mg/L
- SOLIDOS SEDIMENTABLES Hasta 10 mL/L determinados en cono Imhoff en una hora
- ACEITES Y GRASAS Máx 200 mg/L
- SULFUROS Máx 5 mg/L
- CIANUROS Máx 1 mg/L
- ARSENICO Máx 0,5 mg/L
- CADMIO Máx 0,05 mg/L
- COBRE Máx 1 mg/L
- CROMO TOTAL Máx 3 mg/L
- MERCURIO Máx 0,005 mg/L
- NIQUEL Máx 2 mg/L
- PLOMO Máx 0,3 mg/L
- ZINC Máx 0,3 mg/L

Residuos sólidos- (Categorización según Decreto 182/13)

CATEGORIA I

- a) Inflamables o tóxicos
- b) Contengan alguna de estas sustancias

Sustancia	Concentración total
Carcinogénicas	$\geq 0.1\%$
Mutagénicas	$\geq 0.1\%$
Muy tóxicas	$\geq 0.1\%$
Tóxicas	$\geq 3\%$
Tóxicas para la reproducción	$\geq 0.5\%$
Nocivas	$\geq 25\%$
Irritantes	$\geq 10\%$



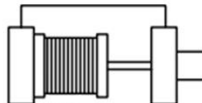
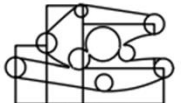

- c) Riesgo biológico

Residuos sólidos- Categoría I (Decreto 182/13)

d) Test de lixiviación con valores que superen a:

Parámetro	Límite
Arsénico (As)	1 mg/l
Bario (Ba)	70 mg/l
Cadmio (Cd)	0.3 mg/l
Cromo Total (Cr)	5 mg/l
Cromo hexavalente (Cr[VI])	0.1 mg/l
Cobre (Cu)	100 mg/l
Mercurio (Hg)	0.1 mg/l
Molibdeno (Mo)	7 mg/l
Níquel (Ni)	2 mg/l
Plomo (Pb)	1 mg/l
Antimonio (Sb)	0.6 mg/l
Selenio (Se)	1 mg/l
Plata (Ag)	5 mg/l
Ecotoxicidad	EC ₅₀ % ≥ 100

Ejemplo: FILTROS SEPARADORES DE LODOS

	 MULTIDISCO	 Filtro Prensa	 Filtro Banda	 Centrifuga
Trata lodo de baja concentración	✓	✗	✗	✗
Requiere espesador previo	✗	✓	✓	✓
Operación 24-7	✓	✗	✗	✗
Espacio que ocupa	😊	😞	😞	😐
Consumo energético	😊	😞	😞	😡
Horas Hombre	😊	😞	😐	😊
Ruido que genera	😊	😞	😐	😡
Mantenimiento	😊	😐	😞	😞
Costo Operacional	😊	😞	😞	😡

Pasado a números....

VARIABLES EVALUADAS	FILTRO PLACAS(DESHIDRATADOR)	PRENSA DESAGUADORA
CAPACIDAD DE OPERACIÓN	Trabaja en forma discontinua, parada por limpiezas de PLACAS del filtro	Puede trabajar en forma continua 24 HORAS
CALIDAD DE VERTIDOS	Fluctuaciones de parametros por disribucion de solidos	Mejora la calidad de vertidos
MANO DE OBRA	Tareas de limpieza y desarme.	Limpieza automatica
ENERGIA ELECTRICA		
DESHIDRATADOR (KWh/M3 procesado)	4,20	1,1
M3/DIA	12	12
KWH/AÑO	17222,4	6955,2
\$/kwh	4,28	4,28
\$/U\$S	41	41
U\$S/AÑO	1797,85	726,06