



## I. INTRODUCCIÓN

El uso de los recursos naturales provoca un efecto sobre los ecosistemas de donde se extraen y en los ecosistemas en donde se utilizan. El caso del agua es uno de los ejemplos más claros.

Hay que considerar que el hombre influye sobre el ciclo del agua de dos formas distintas, en primer término, mediante extracción de las mismas de su entorno original y posteriormente vertiendo aguas contaminadas, alterando la vegetación y la cobertura del suelo. Ambas formas de impacto alteran la calidad de las aguas.

Actualmente, uno de los problemas que más preocupa a la humanidad es la gran cantidad de contaminantes que se desechan en el agua, el tratamiento de las aguas residuales es de gran importancia ya que ofrece una alternativa de solución a la contaminación.

Existen diferentes métodos que presentan una alternativa para el tratamiento de aguas residuales, en la industria alimenticia es indispensable la utilización de los procesos de floculación-coagulación ya que las aguas de esta industria presentan turbidez y color debido a la presencia de partículas en suspensión como por ejemplo: arcillas, minerales, material orgánico, microorganismos, etc.

Muchas de estas partículas son de tamaño coloidal y no pueden separarse del agua por simple sedimentación, debiendo usarse tratamientos químicos, alternativas como es el caso de la floculación y coagulación; de ahí que es importante la gestión técnica del Ingeniero Ambiental, quien está en capacidad de impulsar la investigación y la innovación tecnológica para el tratamiento de las aguas residuales, para reducir y/o eliminar la contaminación de los ecosistemas.

Los directivos de la empresa NESTLE de Cayambe, para prevenir un impacto y contribuir a la conservación ambiental coordinaron con la Universidad Internacional SEK, Facultad de Ingeniería Ambiental, la realización de un diagnóstico y el planteamiento de posibles alternativas de solución en el tratamiento de las aguas residuales del proceso de producción de leche en polvo de la empresa mencionada

## CAPÍTULO I

### GENERALIDADES

**1. CONTAMINACIÓN.-** Es la presencia en el ambiente de uno o más contaminantes, o cualquiera combinación de ellos, que perjudiquen o molesten la vida, salud y el bienestar humanos, flora y fauna, o degraden la calidad del aire, del agua, de la tierra, de los bienes, de los recursos de la nación en general o de particulares. (Bustos Fernando, 2001)

El problema de la contaminación es múltiple y se presenta en formas muy diversas, con asociaciones y sinergismos difíciles de prever. Pero las principales consecuencias biológicas de las contaminaciones derivan de sus efectos ecológicos. En general, se habla de cuatro tipos básicos de contaminación: contaminaciones físicas (ruidos, infrasonidos, térmica y radioisótopos), químicas (hidrocarburos, detergentes, plásticos, pesticidas, metales pesados, derivados del nitrógeno), biológicas (bacterias, hongos, virus, parásitos mayores, introducción de animales y vegetales de otras zonas) y por elementos que dañan la estética (degradación del paisaje y la introducción de industrias).

También se habla de contaminación atmosférica, del agua y del suelo o de la biosfera. Para comprender las razones por las cuales es muy fácil contaminar el agua en fase líquida y vapor, pero no tan fácil contaminarla en fase sólida (hielo), se necesita tener presentes tanto sus propiedades físicas como sus propiedades químicas y biológicas.

Como el agua es el medio ambiente líquido universal para la materia viva, resulta que es propensa a la contaminación por organismos vivos, incluidos los que producen enfermedades en el hombre y por materia orgánica e inorgánica soluble.

Con frecuencia el sabor, el olor y el aspecto del agua indican que está contaminada, pero la presencia de contaminantes peligrosos sólo se puede detectar mediante pruebas químicas y biológicas específicas y precisas.

Entre los factores que generan contaminación y caracterizan a la civilización industrial están: el crecimiento de la producción y el consumo excesivo de energía, el crecimiento de la industria, etc.

De acuerdo con la definición de contaminante, se considera que se genera contaminación en el agua por la adición de cualquier sustancia en cantidad suficiente para que cause efectos dañinos mensurables en la flora, la fauna (incluido el hombre) o en los materiales de utilidad u ornamentales. **(Bustos Fernando, 2001)**

Los contaminantes más frecuentes de las aguas son: materias orgánicas y bacterias, hidrocarburos, desperdicios industriales, productos pesticidas y otros utilizados en la agricultura, productos químicos domésticos y desechos radioactivos.

Los contaminantes en forma líquida provienen de las descargas de desechos domésticos, agrícolas e industriales en las vías acuáticas, de terrenos de alimentación de animales, de terrenos de relleno sanitario, de drenajes de minas y de fugas de fosas sépticas. Estos líquidos contienen minerales disueltos, desechos humanos y de animales, compuestos químicos sintéticos y materia coloidal y en suspensión.

Entre los contaminantes sólidos se encuentran arena, arcillas, tierra, cenizas, materia vegetal agrícola, grasas, brea, papel, hule, plásticos, madera y metales.

### **1.1. Tipos de Contaminación**

Existen dos tipos de contaminación de acuerdo a su origen:

**1.1.1. Contaminación Natural o Geoquímica:** Es aquella que se produce por el arrastre de sustancias disueltas y en suspensión, resultantes de la disolución de rocas solubles (Ej. calizas), y erosión de rocas en general, sustancias como carbonatos, cloruros, boro, arsénico, cobre, etc; se van incorporando de esta manera el ciclo hidrológico, en ríos, lagos, aguas subterráneas, etc.

Dentro de este tipo de contaminación también es importante tomar en cuenta la actividad volcánica, ya que al producirse una erupción hay emisiones de gases, sólidos y líquidos que pasan a los componentes ambientales.

### **1.1.2. Contaminación Artificial o por la Actividad del hombre**

Como su nombre lo indica ésta se origina de la actividad del hombre en cualquiera de sus manifestaciones.

**1.1.2.1. Aguas servidas domésticas y municipales:** Son las que provienen de los núcleos de población, de zonas comerciales, de instituciones públicas (hospitales, cárceles, colegios, etc.) y de instalaciones recreativas. La composición química de esta agua es muy variada puesto que se recogen los diversos productos residuales del metabolismo humano que conllevan virus, bacterias y productos químicos patógenos. Por el hecho de estar depositados en las alcantarillas y sitios donde el volumen de agua es mínimo o está estancada, su descomposición es de enorme peligro para la salud humana.

La escasez de oxígeno en estos sitios, da como resultado un proceso denominado fermentación anaerobia, mucho más lento y acompañados de gases mal olientes.

**1.1.2.2. Aguas residuales industriales:** Los efluentes líquidos de las industrias pueden ser orgánicos o inorgánicos en su mayoría ya que el agua es utilizada para enfriar, disolver, limpiar, hervir y producir energía.

Frecuentemente suele utilizarse como medio para la eliminación de desechos.

Cada industria tiene sus propios procesos y sus formas diferentes de elaborar su producto final por esta razón de un estudio específico de aguas residuales industriales no se puede llegar a generalizar en cuanto a su composición y a su acción sobre el medio ambiente.

**1.1.2.3. Aguas excedentes de riego o de origen agrícola:** Son aguas que contienen productos químicos utilizados en la agricultura estos pueden ser pesticidas, herbicidas, etc, siendo los peores los fertilizantes artificiales ya que estos son los que más se utilizan y sin un correcto control de la cantidad que se debe emplear.

## **1.2. Contaminación del agua**

Los mayores aportes de contaminación de la industria productora de leche en polvo en las aguas, son dados por los residuos líquidos que se originan principalmente en:

- El proceso de lavado y limpieza de las tuberías, de los recipientes que transportan la leche y de otros equipos.
- Los derrames de leche por fugas, sobreflujos ó mal funcionamiento de equipos.
- La limpieza de las instalaciones.

El 94% de los desechos líquidos se originan en los procesos de producción, ya sea de leche de consumo diario o en la producción de quesos y mantequilla; el 6% se origina en los desechos de limpieza de equipos e instalaciones. **(Oikos, 1991)**

Para la evaluación del potencial contaminante de estos desechos, tres parámetros son los más importantes: la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DB05), los sólidos en suspensión totales (SST) y el pH; también se deben incluir: Demanda Química de Oxígeno (DQO), temperatura, fosfatos, nitrógeno amoniacal, nitratos y cloruros.

Si los desechos líquidos del procesamiento industrial de la leche se descargan sin ningún tratamiento a un río o un lago (cuerpo receptor), estos desechos sufren una degradación biológica, con el consiguiente consumo del oxígeno del agua. Esto puede causar la muerte de peces y plantas, así como condiciones anaeróbicas del cuerpo receptor, con la presencia de malos olores.

### **1.2.1. Efectos de los sólidos en suspensión**

Los materiales sólidos en suspensión en las aguas residuales son de naturaleza orgánica e inorgánica. Un efecto característico de éstos en el medio ambiente es la disminución del paso de luz a través del agua. Esto, retarda el crecimiento de flora acuática, de la que pueden depender especies animales para su alimentación u otras necesidades.

Otro efecto de éstos sólidos en suspensión es que producen sedimentación que arrastra los nutrientes al fondo del cauce donde se deposita. Se conoce que un exceso de sedimentos, dependiendo del tipo de cauce, pueden provocar desbordes de la corriente con efectos negativos para los suelos y cultivos.

### **1.3. Tipos de Contaminantes**

**1.3.1. Contaminantes físicos.-** Afectan el aspecto del agua y cuando flotan o se sedimentan interfieren con la flora y fauna acuáticas. Son líquidos insolubles o sólidos de origen natural y diversos productos sintéticos que son arrojados al agua como resultado de las actividades del hombre, así como, espumas, residuos oleaginosos y el calor (contaminación térmica).

**1.3.2. Contaminantes químicos.-** Incluyen compuestos orgánicos e inorgánicos dispersos en el agua. Los contaminantes inorgánicos son diversos productos dispersos en el agua que provienen de descargas domésticas, agrícolas e industriales o de la erosión del suelo. Los principales son cloruros, sulfatos, nitratos y carbonatos. También desechos ácidos, alcalinos y gases tóxicos disueltos en el agua como los óxidos de azufre, de nitrógeno, amoníaco, cloro y sulfuro de hidrógeno (ácido sulfhídrico).

Gran parte de estos contaminantes son liberados directamente a la atmósfera y bajan arrastrados por la lluvia. Esta lluvia ácida, tiene efectos nocivos que pueden observarse tanto en la vegetación como en edificios y monumentos de las ciudades industrializadas.

Las concentraciones anormales de compuestos de nitrógeno en el agua, tales como el amoníaco o los cloruros se utilizan como índice de la presencia de dichas impurezas contaminantes en el agua.

**1.3.3. Contaminantes biológicos.-** Incluyen hongos, bacterias y virus que provocan enfermedades, además algas y otras plantas acuáticas. Algunas bacterias son inofensivas y otras participan en la degradación de la materia orgánica contenida en el agua.

Ciertas bacterias descomponen sustancias inorgánicas. La eliminación de los virus que se transportan en el agua es un trabajo muy difícil y costoso.

## CAPÍTULO II

### PARÁMETROS DE CALIDAD DE LAS AGUAS

Antes de proceder a una descripción de los procesos disponibles para mejorar la calidad de las aguas, es conveniente revisar los parámetros utilizados para definir su calidad.

Los parámetros se pueden clasificar en: físicos, químicos y biológicos.

#### 2.1. Parámetros Físicos

*Color.*- Esta es una medida aproximada del tanino, lignina y otros materiales del humus en las aguas superficiales y algunas de desecho, como el desecho de las despulpadoras. Reportadas en unidades APHA, relacionadas con el estándar de platino.

*Temperatura.*- La temperatura del agua residual suele ser más elevada que la del agua de suministro, debido a la incorporación de agua caliente procedente de los usos industriales. El calor específico del agua es mayor que el del aire, las temperaturas registradas en las aguas residuales son más altas que la temperatura del aire durante la mayor parte del año y sólo son menores que ella durante los meses más calurosos del verano. La temperatura media anual del agua residual varía entre 10 y 21 °C, pudiéndose tomar 15.6 °C como valor representativo. (Metcalf, 1995)

Este es un parámetro muy importante dada su influencia, tanto sobre el desarrollo de la vida acuática como sobre las reacciones químicas y velocidades de reacción.

*Turbidez.*- Es una medida de las propiedades de transmisión de la luz de un agua, es otro parámetro que sirve para indicar la calidad de las aguas vertidas en relación con la materia coloidal y residual en suspensión.

La medición de la turbiedad se lleva a cabo mediante la comparación entre la intensidad de la luz dispersada en la muestra y la intensidad registrada en una suspensión de referencia en las mismas condiciones.



## 2.2 Parámetros Químicos

*pH*.- Medida de la concentración de ion hidrógeno en el agua, expresada como el logaritmo negativo de la concentración molar del ion hidrógeno. Aguas residuales en concentración adversa del ion hidrógeno son difíciles de tratar biológicamente, alteran la biota de las fuentes receptoras y eventualmente son fatales para los microorganismos. Aguas con pH menor de seis en un tratamiento biológico, favorecen el crecimiento de hongos sobre las bacterias. A pH bajo el poder bactericida del cloro es mayor, porque predomina el HClO; a pH alto la forma predominante del nitrógeno amoniacal es la forma gaseosa no iónica (NH<sub>3</sub>), la cual es tóxica, pero también removible mediante arrastre con aire, especialmente a pH de 10.5 a 11.5. El valor de pH adecuado para diferentes procesos de tratamiento y para la existencia de la mayoría de la vida biológica puede ser muy restrictivo y crítico. **(Metcalf, 1995)**

Para descarga de efluentes de tratamiento secundario se estipula un pH de 6.0 a 9.0; para procesos biológicos de nitrificación de 6.5 a 7.5. En lagunas de estabilización las algas usan dióxido de carbono para su actividad fotosintética y esto puede dar como resultado aguas de pH alto, especialmente en aguas residuales de baja alcalinidad.

En muchos casos las algas utilizan el ion bicarbonato como fuente de carbono celular y pueden también presentarse variaciones diurnas fuertes de pH. En aguas residuales duras, cuando el pH aumenta, puede predominar la alcalinidad por carbonatos e hidróxidos, y producirse la precipitación del carbonato de calcio, lo cual impide que el pH siga aumentando. **(Metcalf, 1995)**

*Sólidos Suspendidos*.- Los sólidos en suspensión pueden dar lugar al desarrollo de depósitos de fango y condiciones anaerobias cuando se vierte agua residual sin tratar al entorno acuático. Los sólidos suspendidos se originan en la descarga de los efluentes de leche, los mismos que son transportados por la trampa de grasa.

*Sólidos Sedimentables*.- Son aquellos que sedimentan en el fondo de un recipiente en forma cónica en el transcurso de un periodo de tiempo, constituyen una medida aproximada de la cantidad de fango que se obtendrá de la decantación primaria del agua residual.

*Sólidos Disueltos*.- Están compuestos de moléculas orgánicas e inorgánicas e iones en disolución en el agua.

*Nitrógeno.*- El nitrógeno es esencial para el crecimiento de nutrientes o bioestimuladores. Este elemento es básico para la síntesis de proteínas, es preciso conocer datos sobre la presencia del mismo en las aguas, y en qué cantidades para valorar la posibilidad de tratamiento de aguas residuales industriales mediante procesos biológicos.

*Nitrógeno Amoniacal.*- La presencia de grandes cantidades de nitrógeno amoniacal indica una contaminación reciente por materia orgánica en descomposición.

*Fenoles.*- Los fenoles y sus derivados constituyen compuestos químicos nocivos, los derivados clorados son altamente tóxicos.

*Cloruros.*- Otro parámetro de calidad importante es la concentración de cloruros. Los cloruros que se encuentran en el agua natural proceden de la descarga de aguas residuales industriales. Puesto que los métodos convencionales de tratamiento de las aguas no contemplan la eliminación de cloruros en cantidades significativas, concentraciones de cloruros superiores a las normales pueden constituir indicadores de que la masa de agua receptora está siendo utilizada para el vertido de aguas residuales.

### **2.3. Parámetros Indicativos de Contaminación Orgánica y Biológica**

Tanto la actividad natural como la humana contribuyen a la contaminación orgánica de las aguas naturales. Los vertidos industriales contienen múltiples compuestos orgánicos, tales como aceites y disolventes. La concentración de estos compuestos orgánicos en el agua no es constante, sino variable por múltiples causas, y obliga a ajustes permanentes en las plantas de tratamiento. El uso de los tratamientos biológicos para su eliminación implica el uso de parámetros de medida menos específicos que los que miden radicales químicos, y que sin embargo permitan el control de las unidades de tratamiento.

*Demanda Bioquímica de Oxígeno.*- Es un parámetro de contaminación más ampliamente empleado, aplicable tanto a las aguas residuales como a aguas superficiales. La determinación del mismo está relacionada con la medición de oxígeno disuelto que consumen los microorganismos en el proceso de oxidación bioquímica de la materia orgánica.

*Demanda Química de Oxígeno.-* El ensayo de la DQO se emplea para medir el contenido de materia orgánica e inorgánica tanto de las aguas naturales como de las residuales. En el ensayo se emplea un agente químico fuertemente oxidante en medio ácido para la determinación del equivalente de oxígeno de la materia orgánica que puede oxidarse. El ensayo debe hacerse a temperaturas elevadas.

## **2.4. Parámetros Bacteriológicos**

Los organismos patógenos se presentan en las aguas residuales y contaminadas en cantidades muy pequeñas y además resultan difíciles de aislar y de identificar. Por ello se emplea el organismo coliforme como organismo indicador, puesto que su presencia es más numerosa y fácil de comprobar. El tracto intestinal humano contiene innumerables bacterias con forma de bastoncillos conocidas como organismos coliformes.

*Las bacterias.-* Son pequeñísimos organismos vivos, formados por una sola célula se reproducen por mitosis o por esporas y se las identifican por sus formas: cocos, esféricas, bacilos, con forma de bastoncillos, espirilos y curvas.

Las bacterias se encuentran también en el suelo, y por medio del polvo están suspendidas en el aire. Se encuentran en el agua como resultado del paso de la lluvia a través del aire.

*Las bacterias coliformes.-* Se encuentran en el tracto intestinal de los animales de sangre caliente y se usan como indicadores de contaminación si se encuentran en el agua.

## **CAPÍTULO III**

### **DESCRIPCIÓN DEL PROCESO SELECCIONADO**

#### **3.1. Instalaciones y actividades de la planta Cayambe NESTLÉ, ECUADOR.**

La empresa Nestlé Ecuador S.A, tiene una Planta de producción situada en la ciudad de Cayambe, tiene aproximadamente 30 años. Su principal actividad es la pulverización de leche con el sistema Egrón, teniendo como producto leche en polvo: Nido IMP, Nido crecimiento prebiótico, Vaquita, La lechera, LEP descremada, semidescremada y entera, y cereales: cerelac. La leche es recolectada de todo el país, así, se tiene centros de acopio en la Sierra: San José de Minas, Ingueza, Salinas, Píllaro, Salcedo, Aloag, Cayambe, Riobamba, Julio Andrade y Pioter; en la Costa: Alluriquín, Pedro Vicente Maldonado, Nanegalito, Orense, El Carmen, Chone y Pedernales; y en el Oriente: Baeza.

La fábrica opera en dos jornadas, con un promedio diario de 20 horas, estas jornadas laborales se encuentran definidas en función de la producción que se requiere. En época de baja producción se labora 3 días seguidos y al cuarto día se paraliza la producción con fines de mantenimiento y limpieza; en cambio, en época de alta producción se labora dos días seguidos, se paraliza 4 horas y se continua el trabajo. (Foto 2-1)

Este estudio se lo realizó considerando la fábrica por áreas: de Proceso, de Bodegas, de Laboratorios, de Almacenamiento de Combustibles y de consumo de agua y Tratamiento del agua residual, Administrativa y Recreacional.



**Foto 1: Planta Cayambe Nestlé Ecuador**

### **3.2. Procesos Industriales**

El área de proceso involucra todas las actividades que se desarrollan en la fábrica, desde el ingreso de la leche, en los tanqueros, hasta el producto final que es la leche en polvo.

La fábrica tiene un ingreso promedio de 12 tanqueros diarios, los mismos que suministran unos 100.000 l/día en época de baja producción y unos 200.000 l/día en época de alta producción, la leche proviene de los distintos acopios que tiene Nestlé en el país.

La leche que *ingresa* en los tanqueros a una temperatura de 5 a 6°C, es *cuantificada* con un medidor volumétrico y se realizan las pruebas de laboratorio para determinar su calidad.

La cantidad de leche medida es *enfriada* a una temperatura de 4°C, con un sistema de intercambiador de calor de placas (agua helada) y es *almacenada* en 7 silos que tienen una

capacidad total de 220.000 litros; dependiendo del programa de producción, la leche es conducida al *Área de Reconstitución* con el objetivo de mejorar su calidad para luego ser devuelta a los silos de *almacenamiento* pasando nuevamente por el *sistema de enfriamiento*.

La leche almacenada es conducida a un sistema de *intercambio de calor* (utiliza leche como medio de intercambio) para incrementar la temperatura entre 45°C a 50°C para que ingrese a la *Descremadora* (centrífuga) de este proceso se tiene como subproductos crema y leche magra (leche descremada).

La crema es *pesada, almacenada y enfriada* (intercambiador de calor con agua helada), para *transportarla* en camiones a una tercerizadora, la misma que transforma la crema en mantequilla para nuevamente retornar a la fábrica de Nestlé y ser *almacenada* en un cuarto helado, en el cual se utiliza Freón evaporado en su sistema de enfriamiento, este producto sirve como materia prima en el proceso de elaboración de la leche en polvo o es vendida como tal.

En cambio, la leche magra ingresa al *intercambiador de calor* y nuevamente al *almacenamiento*. Luego de almacenada es conducida a un sistema de *Tanques Pulmón (un total de 2)* y una *Clarificadora* que centrifugan y eliminan las impurezas de la leche.

Una vez eliminadas estas impurezas, la leche se conduce a los precalentadores 1 y 2 del evaporador para eliminar casi todo el contenido de agua de la misma, en este proceso se incrementa la temperatura de 5°C a 87°C durante 12 minutos, luego es trasladada al *Tanque intermedio* y luego al *Uperizador* que sirve para la pasteurización de la leche.

El Uperizador utiliza un sistema de inyección directa de vapor para elevar la temperatura a 110°C en un tiempo máximo de 1 minuto. En esta etapa se generan condensados que son conducidos al tanque de alimentación de agua del caldero.

Nuevamente la leche es conducida para un proceso de evaporación en cuatro efectos que utilizan vapor en su sistema (utilizan un equipo termocompresor para optimizar la cantidad de vapor inicial), los condensados de este proceso son almacenados en silos de agua que sirve para la limpieza de todo el sistema. La leche evaporada es transportada a un *Tanque de calentamiento* para disminuir la viscosidad de esta, se la filtra, homogeniza y se la bombea hasta el quinto nivel del Sistema de pulverización (Egron).

El proceso de *pulverización* se inicia en el quinto nivel del Egron, en el cual la leche es atomizada y conjuntamente con la inyección de aire caliente se convierte en polvo, en este nivel se tiene dos sitios de desfogue al ambiente exterior de este producto final si se tuvo algún problema en producción. El polvo de leche producido es *secado* a través de la inyección de aire caliente a 80°C para eliminar su contenido de agua y dejarla en un 3%, esta leche en polvo es trasladada por un *tamiz vibrador* a un sistema de *enfriamiento* (aire) con el objeto de bajar la temperatura a 30°C y para incrementar su solubilidad se le suministra lecitina y vapor. Luego de este proceso la leche en polvo es trasladada a un *tamiz de transporte* para su posterior *almacenamiento* en los totes (89 totes, c/u tiene una capacidad de 1 tonelada).

Luego del almacenamiento en los totes, es trasladada al *Área de Llenado*, en el cual se envasa en latas de aluminio y fundas. Los tarros aluminio son manufacturados dentro de la misma fábrica en el *área de Hojalatería*, esta área utiliza dos sistemas: un equipo de suelda (continua de hilo de cobre) y un sistema de pegado.

Las fundas y los tarros de leche son trasladados al *Área de Embalaje*, en la cual se utiliza una gasificadora, que suministra gas inerte, se tiene el sistema de etiquetado, encartonado; y finalmente los productos son *almacenados* en la bodega.

La Torre Egron, tiene un sistema de presurización con aire caliente que es suministrado por los hornos y los sopladores, el aire del exterior que ingresa a la torre pasa por un sistema de filtrado.

En esta torre de pulverización se generan pérdidas que son clasificadas y almacenadas en fundas según su procedencia. Por lo tanto se tiene fundas de diferente color para su respectiva disposición; así, en las fundas amarillas se almacena la leche en polvo que está fuera de norma o no conformidad (peso, miscibilidad, acidez, etc) y son llevadas para reuso o retrabajo; es decir, que ingresan nuevamente al sistema; en las fundas rojas se acumula la leche en polvo que es resultado del aseo de los equipos de secado, la cual es destinada para alimentación animal; y en las fundas negras se almacena la basura en general que sale de la torre (bandas, papel, etc.)

Todo el sistema de pulverización es controlado a través de un sistema automático, en la sala de control del mismo, se realizan también pruebas de laboratorio a cada hora de producción, las pruebas que se ejecutan son: humedad, peso específico, miscibilidad acidez, pH, estado de disolución, mojabilidad, control organoléptico, limpieza y solubilidad. El área de proceso cuenta con varios extintores ubicados estratégicamente para su oportuno uso en caso de incendio.

Dentro de ésta área de proceso se tienen las fuentes de generación eléctrica, del sistema de refrigeración, de generación de vapor, de aire caliente, de gas inerte y el Sistema de limpieza.

### **3.2.1. Sistema de Refrigeración**

Todo el sistema de refrigeración funciona con Amoníaco, el cual tiene una capacidad disponible de 1'118.400 BTU/h y la requerida es de 1'006.560 BTU/h (90%). El sistema produce agua helada que circula por la mayoría de los intercambiadores de calor que tiene la fábrica, se tiene un consumo anual de 384 Kg. Para el cuarto helado en el que se almacena la mantequilla, su sistema utiliza Freón 22. (Coba Jorge, 2003)

### **3.2.2. Generación de vapor**

Para la generación de vapor la fábrica cuenta con dos calderos de la marca Cleaver Brooks con una potencia cada uno de 650 BHPs, con una capacidad de 2x350 BHP. Se tiene en funcionamiento solamente uno de los calderos a la vez (capacidad requerida 350 BHP), el mismo que funciona con Bunker. Para el mantenimiento del caldero se utiliza diesel y se realiza 1 o 2 veces al año.

El agua que ingresa a los calderos proviene de dos fuentes: de los condensados del Uperizador y del agua de los pozos que es tratada con resinas catiónicas (regeneración con sal) para disminuir la dureza del agua que ingresa al caldero.

### **3.2.3. Planta de tratamiento del Agua Residual**

El área que ha sido destinada para la construcción de la planta de tratamiento se encuentra al lado del lugar donde se almacena los combustibles. Esta área tiene una superficie aproximada de 40 m<sup>2</sup>.



El sistema de tratamiento cuenta con 5 cámaras de separación, en los cuales se separa las grasa por diferencia de densidades.

Las grasas y los desechos, que se concentran en la ultima cámara de separación, van a ser incinerados, mientras que el agua, es evacuada directamente al sistema público de alcantarillado.

La planta actualmente cuenta con sistemas independientes para la disposición de sus residuos líquidos, una red directa hacia el alcantarillado para las aguas negras y una red diferente para los efluentes del sistema de tratamiento. Y el agua lluvia también cuenta con su red independiente.

### **3.3. Generación Eléctrica**

La energía eléctrica es suministrada principalmente por la Red de Emelnorte (1.200 Kw) y se tiene una energía propia de 790 Kw. La capacidad requerida por la fábrica es de 680 Kw.

La fábrica cuenta con dos generadores Caterpillar, de 750KW (Estado - Regular) y 910KW de potencia que son utilizados en caso de cortes de energía (se presenta un promedio de 20 horas/mes). Los generadores funcionan con diesel, sus chimeneas no tienen puertos de control de las emisiones a la atmósfera. Se realiza un mantenimiento general y cambio de aceite cada seis semanas y las baterías se las cambia cada 4 años.

En esta área también se encuentran dos compresores de aire de la marca Ingersoll Rand, con una capacidad de 100 y 408 CFP. Además, cuentan con un 1 transformador de energía de la marca Siemens, que tiene una potencia de 1600 KVA.