

**Universidad Nacional de Ingeniería**

**PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA  
SANITARIA**



**“ TRATAMIENTO DE AGUAS INDUSTRIALES DE LAS  
INDUSTRIAS CERAMICAS ”**

**T E S I S**

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

**Ingeniero : Sanitario**

**JORGE E. KAWAZO TOKUZO**

**LIMA • PERU • 1981**

## I.) INTRODUCCION

Durante las últimas décadas de este siglo, el mundo ha estado viviendo con inquietud, analizando y tratando de resolver con una dedicación que cada día les demanda mayor atención, una serie de problemas relacionados con la disposición de los líquidos provenientes del uso industrial de las aguas de abastecimiento. Como es sabido, una de las más importantes actividades desarrolladas por el hombre es la industria, por desempeñar un rol preponderante en la evolución de la comunidad, por sus aportes económicos y sociales significativos, ya que constituye una fuente generadora de riqueza, bienes y servicios, centros de trabajo, núcleos de consumo y producción, elevando sustancialmente el nivel de vida, trayendo consigo a su vez una transformación ecológica del medio ambiental en sus afluentes sólidos, líquidos y gaseosos de la tierra, ofensivos a la fauna acuática, a la flora, a la apariencia física y algo de aún mayor significado, a las condiciones sanitarias de tales receptores.

En la presente tesis trataremos de la disposición de los desechos, ya disueltos o suspendidos en las aguas servidas, que provienen de varias actividades industriales, bien por el empleo del agua en sus diferentes procesos particulares; se procederá también a desarrollar explícitamente lo concerniente a las industrias cerámicas, sus procesos generales y tratamientos recomendados. Se tendrá presente que debido a la falta de información bibliográfica y estadística sobre el tratamiento de las aguas residuales provenientes de las industrias de las cerámicas, el desarrollo del te-

ma se ha realizado en base a los análisis y datos extraídos del mismo campo.

Espero que este tema de tesis sobre el tratamiento de los desagües industriales, contribuya en parte a disminuir el problema que representan las descargas industriales a los cuerpos receptores.

## II.) ASPECTOS GENERALES

El incremento de la producción industrial y agrícola no sólo representa mayores descargas líquidas a los cuerpos de agua receptores, sino aportes de nuevos contaminantes.

Las masas receptoras, ríos y corrientes subterráneas, lagos y estuarios y el mar, cercanas a las zonas más densamente pobladas se han visto incapaces en muchas ocasiones a absorber y neutralizar la carga polucional que tales aguas residuales imponen, ello por que contienen cantidades apreciables de compuestos extraños que son ofensivos a la vida acuática, a la apariencia física y algo de mayor significación, a las condiciones sanitarias de tales receptores.

Por estas razones, si se quiere evitar la aparición de problemas de contaminación y polución de los cuerpos receptores de agua, es preciso proceder a modificar las características físico-químicos y biológicos del agua residual, antes de verterlas a las aguas superficiales.

La decisión sobre el sistema de tratamiento a utilizarse se basa, entre otras consideraciones, en las características físicas, químicas y biológicas que presente el agua residual a tratar, tanto en su fracción líquida como sólida y las condiciones que acusen los receptores en los cuales se haya previsto su vertimiento. Factores básicos que determinan la magnitud

a esos tratamientos, tales como DBO, el OD y gastos de descarga y receptor deberán ser determinados en cada caso particular.

En cuanto al verdadero objetivo socio-económico del tratamiento de aguas residuales, sería necesario mencionar que:

- Garantiza la preservación y explotación de los cuerpos receptores.
- Evita problemas de contaminación, para mantener valores estéticos tan importantes, como son la salud y apariencia física, conservando su valor intrínseco de las masas hídricas.

## 2.1) NATURALEZA DE LOS DESECHOS INDUSTRIALES:

Las industrias emiten una gran variedad de residuos, siendo las fuentes más importantes, la producción de metales, las operaciones de fabricación y de acabado en general y la producción de carbón y de petróleo.

Son tan variados en cantidad y naturaleza, como lo son los procesos utilizados para la fabricación. Varían desde la descarga de grandes volúmenes de agua de enfriamiento que sufre apenas contaminación, hasta las descargas relativamente pequeñas con la concentración elevada de sustancias orgánica e inorgánicas.

La nueva tecnología está dando a que aparezcan desechos más complejos, incluidos aquéllos que suponen un desafío a nuestra capacidad actual para tratarlos o controlarlos e incluso detectar su presencia en el agua.

De la actividad minera resulta una gran cantidad de líquidos residuales. Hoy se estima que el drenaje de las minas contribuye en unos 4 millones de toneladas de contaminación ácida, que es vertida en corrientes más o menos importantes.

Aproximadamente, la mitad de la producción ácida procede de minas abandonadas y el resto de minas en funcionamiento. Los minerales que contienen azufre se mezclan con aire y con agua para formar ácido sulfúrico. La mayor parte de este tipo de contaminación viene producida por las ope

raciones de la minería del carbón.

El tremendo crecimiento en la producción de sustancias químicas sintéticas para ser utilizados de las formas más diversas, están causando un problema de contaminación de naturaleza completamente nueva.

Los residuos resultantes de la elaboración y utilización de estas sustancias químicas llegan - en cantidades cada vez más importantes a las corrientes de agua natural, sus efectos sobre las plantas y los animales no se comprenden muy bien y muchos de ellos no se descomponen tan rápidamente como lo hacen la mayoría de las sustancias de origen biológico.

La utilización cada vez más frecuente de fertilizantes, químicos y la generalización del uso de una amplia gama de pesticidas, se ha traducido en la aparición de un sinnúmero de nuevos problemas de contaminación, resultante del drenaje de las tierras.

El desarrollo de la energía nuclear y el uso de materiales radiactivos podrá agravar en el futuro más aún el problema de la contaminación del agua.

.2) EFECTOS PRINCIPALES PRODUCIDOS POR LOS CONTAMINANTES EN CURSOS DE AGUA :

1. Demanda de Oxígeno: Existen contaminantes que reducen y eliminan el oxígeno contenido en los cursos de agua, dañando toda la forma de vida acuática.
2. Toxicidad: Es producida por contaminantes como el arsénico, cianuros, sustancias radioactivas, etc., son tóxicos a la flora, a la fauna y al hombre.
3. Sabor y Olor: Son producidos por contaminantes como el fenol, mercaptanos, sustancias taninas, etc., que son de difícil remoción.
4. Color y turbidez: Perjudican la estética de los cursos de agua e impiden la fotosíntesis - del oxígeno.
5. Corrosión y Entupimiento: En las instalaciones de transporte y tratamiento de aguas residuales.
6. Incendio y Peligros de Explosión: Son causados por el lanzamiento indiscriminado y también por accidentes de materiales combustibles en las redes recolectoras de alcantarillas y cursos de agua.
7. Aumento de Temperatura: (Contaminación térmica) La elevación de la temperatura de los cursos - podrá modificar su flora y su fauna. El primer tipo de consecuencia sería la influencia -

directa producida por la elevación de la temperatura "cocinando" a los animales y vegetales existentes en ella. Ese efecto es muy raro, - ocurriendo sólo en casos muy especiales. Son más frecuentes, los efectos indirectos consecuencia de la elevación de la temperatura. La primera consecuencia corresponde a una demanda de oxígeno. La retirada del oxígeno del río - no es provocada sólo por la descomposición de la materia orgánica constituyendo la DBO, - sino también por una "demanda término de oxígeno" producida por la introducción en el río de aguas con temperatura más elevada. Esto sucede porque la concentración de gases disueltos en el agua varía con la temperatura. El agua a 0°C contiene una concentración de 14 mg/l de O<sub>2</sub> (límite de saturación), a 20°C contiene 9 mg/l, y a 35°C contiene menos de 7 mg/l.

La elevación de la temperatura también produce estímulo en las actividades biológicas, resultando en mayor consumo de oxígeno precisamente, en la ocasión en que el agua pasa a contener - menos ese elemento. Por eso las condiciones sanitarias de los cursos del agua tienen a agravarse durante el verano.

### 2.3) ASPECTOS LEGALES EN EL PAIS:

En el Perú contamos con un reglamento de Desagües Industriales, aprobado por D.S. N° 28-60-ASPL del 29 de noviembre de 1960, redactado por una Comisión integrada por el Ing. Alejandro Vincés Araos, el Ing. Enrique Bielich U; y, el Ing. E. Ramón Aspíllaga Navarro.

Esta reglamentación (como las existentes en diferentes países y con límites muy variados para cada una de ellas), se creó con el propósito de conseguir una calidad de desague industrial y doméstico, tal que puede ser admitido en un colector público, sin que ésta sea dañada o destruída anormalmente, por factores físicos, químicos y biológicos.

Las consideraciones que principalmente está basada esta reglamentación son:

- a) Las que tienen a conservar o prolongar hasta donde sea económicamente factible, la frescura de los líquidos. El reglamento limita la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) admisible en los líquidos que pretenden ingresar a la red pública de desagües, limitando así la cantidad total de oxígeno disuelto (OD) que requieren los líquidos para su estabilización, obligando así a pre-tratar los desagües industriales para reducir dicha demanda, exigiendo en compensación, una tarifa progresiva sobre la diferencia del DBO, promedio que existe entre la DBO

real de los líquidos industriales y la señalada en el Reglamento. Para una acotación justa, existen fórmulas que tratan de generalizar en forma racional ~~este~~ aspecto

- b) Para lograr no alterar el flujo normal de los desagües, reglamenta las normas limitativas, en lo que se refiere a sólidos totales sedimentables, grasas y aceites.
- c) Las que tiendan a preparar a los líquidos para que no constituyan problemas en manejo, o acorten los períodos de retención en los tanques - de sedimentación y en los digestores de las plantas de tratamiento, limitando la concentración máxima de sólidos suspendidos.
- d) Para impedir que los líquidos estén sobrecargados de productos tóxicos que alteren las condiciones biológicas normales de los desagües; norman en lo posible, la concentración de productos y elementos venenosos que puedan ingresar o no al desagüe.
- e) Los que tiendan a controlar el volumen de descarga y muchos aspectos que se involucran dentro de la problemática de los desechos industriales.

En general, esta reglamentación está guiada a defender la red de colectores y nuestros cuerpos receptores de agua, así como también a las plantas de tratamiento.

En la elaboración, se ha comparado las regla -

mentaciones de una serie de países y obtenido así, una que se ajuste a nuestra idiosincracia, a nuestra realidad peruana. Además, se han revisado normas de protección a las tuberías e instalaciones, y los medios de control que existen, habiéndose observado que la mayor parte de la corrosión, se presenta cuando las tuberías no funcionan adecuadamente conservadas, debido a depósito de lodo cuando las capacidades de la red secundaria han sido sobrecargadas y las emisiones son gaseosas.

El Reglamento de Desagues Industriales, fué elaborado en base a que para controlar los intereses públicos en materia de desagues, es necesario establecer reglamentaciones que sean lo suficientemente concretas, como para ser interpretadas fielmente, y que sea llevada adelante por una autoridad - con capacidad técnica y amplio respaldo legal; que las industrias, que son en gran parte los causantes de los problemas que se han investigado, acepten su responsabilidad sobre la base de que es su derecho lanzar sus residuos industriales; pero con ciertas limitaciones en cuanto a cantidad y calidad de esos residuos; y, que es deber de todo aquél que utiliza un servicio público en forma más amplia que el promedio de los usuarios, pagar la parte proporcional de ese exceso en forma justa y ordenada, con el fin de contribuir honestamente a mantener un servicio, que es esencial, no sólo para la salud pública en general, sino también para la industria en particular.

Los artículos principales con que consta el Reglamento de Desagues Industriales, son los siguientes:

Definición de Términos

Art.201 AUTORIDAD:

La Organización Técnica del Estado a la que al promulgarse el presente Reglamento, se le encomienda su aplicación.

Art.202 ALCALINIDAD:

La alcalinidad quiere decir el contenido de carbonato, bicarbonatos, hidroxidos y ocasionalmente, boratos, silicatos y fosfatos, se expresa en p.p.m. en carbonato de calcio.

Art.203 ACIDEZ:

La acidez representa la cantidad de ácidos minerales y orgánicos y sales ácidas que se hidrolizan para producir hidrogeniones.

Art.204 COMITE:

La Comisión permanente que conformada por tres Delegados, representantes de los Ministerios - de Fomento (Sub Dirección de Obras Sanitarias), Servicio de Agua Potable de Lima (Sección Técnica de Alcantarillado), Salud Pública ( División de Ingeniería Sanitaria), y dos representantes de la Sociedad Nacional de Industrias, - se nominará con el fin de resolver dentro de los límites y espíritu del presente Reglamento, los problemas que se planteen entre la Autoridad y la Industria.

Art.205 CARGA ORGANICA (C.O.):

Para los fines de este Reglamento, se entenderá

por tal, la cantidad de materia orgánica que en promedio descarga una persona por día, expresado en mgr/1 se aceptará que es en nuestro medio 62,500.

Art.206 COLECTOR DOMESTICO:

Significa la tubería o alcantarilla construída para evacuar los líquidos domésticos.

Art.207 COLECTOR INDUSTRIAL

Significa la tubería o alcantarilla construída para evacuar los residuos industriales.

Art.208 DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO (D.B.O.):

La cantidad de Oxígeno, expresado en partes - por millón por peso, utilizado en la oxidación bioquímica de la materia orgánica, en condiciones standard de laboratorio, durante cinco días, a 20°C, de acuerdo con los procedimientos indicados en los Métodos Standard Norteamericanos.

Art.209 INDUSTRIAL:

Por este término se entenderá a cualquier firma, empresa, agencia, compañía, etc., que está conectada a la red pública de desague.

Art.210 MUESTRA COMPUESTA:

Se entenderá por tal, aquélla que esté formada por los diferentes tipos de residuos que lanza la industria.

Art.211 MUESTRA SIMPLE:

Aquélla que se toma de una sola vez y por lo

tanto, sólo representa las características en un momento dado.

Art.212 POBLACION EQUIVALENTE (P.E.):

Se usará este término como pafametro de medida de la concentración de materia orgánica que - contiene un volumen determinado de residuos - industriales.

Art.213 PH:

Se entenderá por tal, al logaritmo de base 10 de la recíproca de la concentración de iones de hidrógeno, expresado en moles por litros.

Art.214 RESIDUO INDUSTRIAL:

Se entiende por tal, la descarga de cualquier sustancia, sea gaseosa, líquida o sólida que sea lanzada al desague público o el que esté bajo la administración pública. Por la industria, el Comercio o en general, cualquier establecimiento y que resulte como consecuencia de un proceso de desarrollo o manufactura de cualquier naturaleza.

Art.215 RED PUBLICA:

Por este término, se entenderá al conjunto de tuberías primarias y secundarias, incluyendo las plantas de bombeo, interceptores y emisores que tienen por finalidad, recoger, conducir y lanzar los líquidos o residuos industriales.

Art.216 SOBRE TASA:

Significa el gravamen adicional que pagará -

cualquier industria en general, cuando sus residuos pasen la concentración normal establecida.

Art.217 SOLIDOS SEDIMENTALES:

Son aquéllos sólidos que pueden ser removidos de un residuo líquido industrial, en un tiempo determinado, por la sólo acción de la fuerza de la gravedad.

Art.218 SOLIDOS SUSPENDIDOS:

Son aquéllos que sólo pueden ser removidos de un residuo líquido industrial, por la acción de filtración o centrifugación, en el laboratorio.

Art.219 TARIFA:

Significa el gravamen que paga la industria en general, por derecho de descarga de sus residuos industriales en los colectores públicos o administrados por entidades públicas.

Límites Normales de los Desagues Industriales

Para establecer una reglamentación, es menester comenzar por fijar cuáles son los límites normales de ciertas características básicas de los desagues en general y de los industriales en particular. Las investigaciones realizadas por el Comité, le permiten señalar como valores cercanos a nuestra realidad, los siguientes:

Art.301 Para los fines de esta reglamentación, se aceptará como D.B.O. normal en los colectores do-

mésticos : 250 p.p.m.

Art.302 Para los fines de esta reglamentación, se aceptará como promedio normal del volumen de desague, la cantidad de 250 lts. de cap/día.

Art.303 Para los fines de esta reglamentación, se calculará la P.E. mediante la siguiente fórmula:

$$P.E. = \frac{\text{Volumen de desague en lts/día} \times D.B.O \text{ en mgr/lit.}}{62,500}$$

Art.304 Para los fines de esta reglamentación, se aceptará como normal el líquido cloacal que no deposite más de 8.5 ml/Lt/H (mililitros/litro/hora) de sólidos sedimentables.

#### Normas para establecer las Sobrecargas

En todo conglomerado urbano, la comunidad tiene de recho a estar conectada y a usar la red pública de desague. Es más, este derecho es obligatorio. Pero nadie en la comunidad tiene derecho a sobrecargar en volumen o carga orgánica la red pública de desague, pues existe una limitación natural y lógica a ese derecho que este Reglamento fija y determina.

Art.401 Para establecer el volumen de descarga de los Residuos Industriales por día, se adoptará uno de los dos procedimientos siguientes, según las posibilidades locales y a juicio de la Autoridad.

a) la verificación real del caudal evacuado me

diante procedimientos hidráulicos.

- b) estimando como desague el 90% del agua de consumo, que resulte como promedio aritmético durante un lapso de 7 días, en las condiciones de observación y frecuencia que fije la Autoridad.

Art.402 Para que la Autoridad pueda verificar el gasto y demás características del flujo de los Residuos Industriales, podrá exigir de la industria que como complemento de sus instalaciones de desague, construya una Cámara de Inspección, muestreo y verificación de gasto, la que estará construída en la forma y modo y con las características que fijara la Autoridad.

Art.403 Ninguna industria puede lanzar a la red pública, sin pagar sobre tasa, un volumen de residuos industriales que supere la dotación de descarga de una población equivalente P.E. de 2,000 personas, considerándose dotación de descarga por persona en 250 Lt/cap./día.

Art.404 Ninguna industria podrá lanzar al colector industrial en un momento dado, un caudal que supere en 300% el gasto promedio que resulte al aplicarle los procedimientos especificados en el Art.401. En caso de que las operaciones industriales así la obligaran, la Autoridad dispondrá que se instalen Cámaras reguladoras del gasto de características apropiadas.

Art.405 En determinados casos y a juicio de la Autoridad

dad, se podrá disponer que la industria descargue sus residuos sólo durante la noche, obligándose a instalar tanques de almacenamiento de los residuos industriales de características apropiadas.

Art.406 Para la determinación de las características de los Residuos Industriales, se seguirá el siguiente procedimiento:

- a) Industria recién instalada: A los 60 días de funcionamiento, la Autoridad procederá a tomar una muestra compuesta de los residuos con la frecuencia de una mensual por un lapso de seis meses. Se aceptará como característica los valores que resulten de promediar aritméticamente la D.B.O. sólidos sedimentables, Ph, etc.
- b) En las industrias ya establecidas: Se seguirán las mismas pautas señaladas en el acápite a), con la diferencia de que en estos casos no existirá plazo previo para iniciar la investigación.
- c) Los gastos que demanden los análisis correspondientes serán cobrados por la Autoridad de acuerdo a la tarifa que se fije.

Art.407 La Autoridad, de acuerdo con sus posibilidades, mantendrá un sistema periódico de muestreo, a fin de mantener actualizadas las tarifas de sobretasa.

Art.408 La industria que por haber modificado sus sis

temas de eliminación de residuos considere que ha disminuido apreciablemente el volumen o la concentración de materia orgánica que descarga o ambas, tendrá derecho a: solicitar de la Autoridad que se realice una nueva investigación de sus residuos y en este caso la Autoridad dispondrá los detalles, el número - y la frecuencia de los muestres correspondientes. Los gastos que originen estas investigaciones, correrán por cuenta del industrial.

Límites Máximos de los Residuos Industriales Admisibles en las  
Redes

- Art.501 Ninguna Industria podrá lanzar al colector industrial en forma directa, residuos cuya temperatura esté por encima de los 35°C, ni sobran tes de vapor. Los vapores deberán ser condensados para ingresar al desague.
- Art.502 Ninguna sustancia grasa que ingrese al colector, deberá tener una concentración mayor que 0.1 gr/lt en peso.
- Art.503 Ninguna sustancia inflamable que ingrese al - desague podrá tener un punto de ignición que esté por debajo de los 90°C y no podrá estar en concentración mayor de 1 gr/lt.
- Art.504 No se permitirá el ingreso de residuos a los desagües públicos cuyo Ph esté por debajo de 5 o por encima de 8.5.

Las industrias que trabajen con ácidos minera

les o sustancias fuertemente alcalinas, deberán obligatoriamente tener tanques de suficiente capacidad y en número adecuado, a juicio de la Autoridad, donde serán neutralizados, mediante la mezcla de residuos ácidos y alcalinos o diluidos, hasta alcanzar los límites del Ph.

Art.505 Queda prohibido el ingreso a la red pública, de residuos que tengan más de 1,000 p.p.m. de D.B.O. Bajo ninguna circunstancia los residuos industriales que con tratamiento o sin él, alcancen esa concentración de D.B.O., podrán ingresar a los colectores públicos o que estén bajo la administración pública.

Art.506 Queda prohibido el ingreso a las redes públicas de líquidos que depositen sedimentos en una concentración de más de 8.5 ml/L/H (mililitros/litros/hora).

#### Residuos Industriales no Admisibles en las Redes

Art.601 Queda prohibido el ingreso directo a las redes de desague de:

- a) las aguas de lavado de pisos de talleres y fábricas; y,
- b) las aguas sobrantes de pisos de talleres y fábricas.

La Autoridad determinará los tipos de trampas y dispositivos que se emplearán en cada caso.

- Art.602 Queda prohibido el ingreso de basuras o restos de comida.
- Art.603 Queda prohibido el ingreso de los siguientes residuos:
- a) Gasolina y solventes industriales;
  - b) Barros y arenas;
  - c) Alquitranes, materiales bituminosos y viscosos;
  - d) Pegamentos y cementos;
  - e) Plumas, huesos, trapos e hilazas;
  - f) Trozos de metal, vidrio, madera, cerámica y materiales similares capaces de atorar;
  - g) Gases malolientes o peligrosos para la vida y la salud; y,
  - h) Productos residuales del petróleo.
- Art.604 Queda prohibido descargar a las redes de desagüe, ni aceites volátiles, ni minerales solubles o insolubles en forma directa, ellos deben pasar por trampas retenedores o dispositivos que los extraigan en la forma más completa que sea factible y en todo caso no podrán superar el límite establecido en el Art.502.
- Art.605 Queda prohibido el ingreso de residuos que puedan ser tóxicos o convertirse en tales al mezclarse con los ácidos naturales del desagüe : cianuros, fenoles, arseniatos, etc.
- Art.606 No se aceptará el ingreso al desagüe de resi -

duos corrosivos e incrustantes o que puedan - convertirse en tales al reaccionar con los gases y ácidos naturales de los líquidos cloacales.

Art.607 No se aceptará el ingreso al desague de residuos que contengan en elevada concentración, - sulfuros, sulfuros y sulfatos.

Art.608 Queda prohibido el lanzamiento de materiales radioactivos en condiciones y concentraciones superiores a los establecidos por los Regla - mentos Internacionales en la materia.

Art.609 Queda prohibido el ingreso, en forma directa a la red pública de residuos de camales, caba llerizas, establos y similares.

La Autoridad podrá exigir a los propietarios, que dentro de un plazo acordado, procedan a - instalar los dispositivos necesarios, siendo requisito previo a su instalación la aproba - ción de la Autoridad.

Art.610 Queda prohibido el ingreso a la red pública, - de iones de metales pesados.

#### DISPOSICIONES GENERALES

Art.701 No se permitirá por razones sanitarias, la descarge en los cuerpos de agua, de los desagues y residuos industriales.

Sólo se permitirá la descarga directa de las

aguas de refrigeración o los sobrantes condensados del vapor.

- Art.702 Todo desague o residuo industrial, para ser admitido en los cuerpos naturales de agua, deberá ser pre-tratado en la forma y modo y hasta el grado que se disponga por la Autoridad, de acuerdo con las normas correspondientes de Salud Pública.
- Art.703 No se permitirá la construcción por la industria, de tanques sépticos, pozos negros, letrinas o cualquier otro sistema de disposición peligrosa o inconveniente en las zonas urbanas donde existen redes públicas de desague y sea posible técnicamente conectarse a ellas.
- Art.704 El sistema de colectores de desague y las estructuras de tratamiento y disposición final, deberán ser usados de una manera razonable, de acuerdo a la capacidad y objeto para los que fueron diseñados.
- Art.705 En general, no será permitido el ingreso de residuos al desague, cuando traiga como consecuencia el deterioro de sus estructuras, la interferencia de su operación o funcionamiento o una exagerada elevación en los costos de atención y mantenimiento.
- Art.706 Queda prohibido interrumpir, usando medios artificiales el flujo de desagües, que discurre en las cloacas, con el propósito de modificar

aunque fuese temporalmente, su curso natural o su "tirante" normal de régimen estable.

Art.707 Queda prohibido de acuerdo a lo dispuesto en el Artículo precedente, el uso de líquidos - residuales para emplearlos en la preparación de materiales (mezclas, morteros) para trabajos de la industria de la construcción civil, en general.

Art.708 Las Municipalidades no darán "Licencia de Construcción" sin previa presentación de los documentos que comprueben que el interesado ha cumplido con solicitar de la Superintendencia del Agua Potable de Lima la "Contrata" de un servicio de agua potable.

En caso que el terreno ya tuviere anteriormente este servicio, el interesado lo acreditará con el recibo de pago de la pensión de agua respectiva.

Art.709 Durante el período de trabajo de una construcción civil y para proteger el alcantarillado de recibir residuos industriales pesados, que por descuido pasan a las redes públicas, es obligatorio de los encargados de las obras - de C.C., tomar las disposiciones que la Autoridad le indique.

Plazos y Sobre-Tasas

Es un hecho comprobado que una red sobre-cargada en volúmen o concentración de materia orgánica o am - bas, tiene una vida útil menor que la prevista.

Para evitarlo, la Autoridad Técnica de Alcantari llado, tiene que mantener un programa de inspección y limpieza adecuados, y esto presupone un presupuesto. - Es lógico que los fondos para ello, tienen que venir en mayor proporción de aquéllas industrias que más so brecargan las redes. Y nadie debe ser gravado cuando produce el equivalente a los que cualquier centro cívi co o institución descarga a la red. Este Reglamento fija ese límite en la cifra de 2,000 personas determi nadas en la forma que está prevista en el Art. 307.

Art.801 Las industrias que a la promulgación de la - presente reglamentación, estén debidamente - establecidas y en funcionamiento, tendrán un plazo improrrogable de seis meses, a partir de la fecha en que la Autoridad las notifi - que para normalizar sus residuos industria - les ajustándolos a las cifras máximas esta - blecidas.

Art.802 Las industrias que funcionen después de pro - mulgada la presente reglamentación, sólo go - zarán de un plazo improrrogable de tres me - ses a partir de la fecha en que se haya ter - minado los estudios de las características - de los Residuos Industriales, de acuerdo con

lo previsto en el Art. 406 inc. "a".

- Art.803 Cuando la normalización de los residuos requiera operaciones completas y dispositivos de control, cuya construcción demanda mayor tiempo, la industria podrá presentar una solicitud especial, explicando detalladamente las razones técnicas que obligan un mayor plazo y la Autoridad con el voto aprobatorio del Comité, podrá concederlo.
- Art.804 Las industrias que descargan al servicio público de desagües Residuos Industriales, cuyo volúmen y concentración combinados, representen una población de 2,000 o más personas, medidas como P.E. (Población Equivalente), determinada de acuerdo con el Art. 403 de la presente Reglamentación, pagarán una sobretasa de S/.40.00 por cada 2,000 personas o fracción adicionales, gravándose por este concepto sólo hasta alcanzar una P.E. de 100,000 personas.
- Art.805 La Autoridad podrá en el futuro determinar cuál deberá ser el gravamen por sobrecarga, previo estudio justificativo.

Este gravamen sólo entrará en vigor cuando haya sido favorablemente votado en dos sesiones de Comité, celebrados con un intervalo menor de 15 días entre ambas sesiones, y será materia de una Resolución Suprema expedida por el Ramo de Fomento.

Penas y Sanciones

- Art.901 Las industrias que al vencimiento del plazo - de notificación, no hubieran cumplido con ejecutar las obras, y rebasen los límites máximos fijados para la calidad de los Residuos o incumplan en alguna forma, las disposiciones del presente Reglamento, pagarán una multa cuyo costo puede variar entre un mínimo de S/. 500.00 o un máximo de S/.10,000.00, sin perjuicio de cumplir dentro de un plazo acordado por la Autoridad.
- Art.902 Las industrias que al vencimiento del segundo plazo, no hubieran cumplido, gozarán de 30 días de gracia, adicional,
- Art.903 Si vencidos los 30 días adicionales, la Autoridad constata de que la industria no ha cumplido, queda facultada la Autoridad para suspender indefinidamente el servicio público de abastecimiento de agua potable.
- Art.904 Si como consecuencia del incumplimiento de las notificaciones, se derivara un peligro para la salud pública, se amenazaran los cuerpos naturales de agua y los canales de riego, y se atentara contra la integridad física de los colectores públicos. La autoridad podrá decretar, con el voto aprobatorio del Comité, la clausura de la industria, la que para convertirse en definitiva deberá revestir la forma de Resolución Ministerial, expedida por el

Ministerio de Salud Pública o por el Ministerio de Fomento, según los casos.

#### 2.4) LEYES, DECRETOS Y REGLAMENTOS RELATIVOS A DESAGUES INDUSTRIALES EN OTROS PAISES.

Existen en el mundo, decretos y reglamentos relativos a los desagües industriales en una gran variedad, de formas y límites tolerables, e incluso dentro de un mismo país, para cada zona determinada, pero todos con la única finalidad de preservar las redes colectoras, las plantas de tratamiento y lo que es de mayor importancia, la salud y la protección de los recursos hídricos, tales como los ríos, lagos, mares, aguas subterráneas, etc., que son las bases importantes de la supervivencia del hombre.

A continuación, se tienen algunos reglamentos que rigen en otros países:

##### 1. En Alemania, Wupperverband

El encargado de realizar los cobros de las aguas residuales situados en la cuenca del wipper, es el Municipio de la Ciudad. La tarifa es de 40 DM/persona al año y el cobro por el tratamiento de las mismas, es de 4 DM/

persona al año. El cobro que se realiza por los desagües en las industrias, se hace en función del número de funcionarios que laboran en ella y de un coeficiente de acuerdo al tipo de establecimiento.

Las fábricas están obligadas a hacer un pre-tratamiento de sus desagües antes de descargarlas a la red pública, y de allí a la planta de tratamiento de la ciudad, a fin de que reduzcan su poder ofensivo, mediante intercambiadores especialmente contruídos para este fin. Con ello se logra la reducción de los siguientes elementos en forma considerable: éter, isopropelico, benceno, dicloroformo, cloroformo, dicloroetileno, clorobenceno y clorobenzol.

## 2. En U.S.A., Ohio, Cincinatti.

En Cincinatti, en el estado de Ohio, existe una ley en la cual se le dá plenos poderes al Alcalde de la ciudad para elaborar y ejecutar códigos y reglamentos, según el tipo y las características de las aguas negras y de los

desechos industriales que no deberán ser admitidos en el sistema de alcantarillado del área metropolitana, incluso, después del pre-tratamiento, así como también fijar el monto de sobrecarga y calcular los valores que se deberán cobrar. En el caso de que las decisiones tomadas por el Alcalde no sean aceptadas por las industrias, entonces esto se juzgará por un Consejo de Arbitraje.- Se dice que jamás hasta la fecha ha sido necesario que un caso sea juzgado por el Consejo de Arbitraje.

Otro aspecto particular de esta ley, es aquélla que permite que una industria pueda tomar medida para construir su propia planta de pre-tratamiento, con el fin de bajar la carga de sus desechos y volverlos tal que sean admitidos en la red pública. El equipo deberá estar en funcionamiento doce meses, a partir de la fecha en que los nuevos desechos empiecen a ser descargados. El acuerdo estipula que si una industria completase estos requisitos, se les restituirá la diferencia entre lo que ella está pagando con la sobretasa de alcantarillas

y lo que iría a pagar en caso de que el equipo de pre-tratamiento estuviera funcionando doce meses antes.

La ley establece que, debe ser sobrada una sobretasa a las industrias, para cualquier desecho, cuya carga sea superior a la "normal". Básicamente, la ley define términos y fija límites considerados normales a la ciudad de Cincinnati, y son los siguientes:

DBO = 240 mg/lt.

SÓLIDOS SUSPENDIDOS = 300 mg/lt.

Si debido a que una industria, por tener una sobrecarga superior a la normal, obligase a la planta de tratamiento de alcantarillas de la ciudad, a una ampliación adicional, la construcción de ésta será costeadada por dicha industria.

Los desechos industriales, se cobran en base de 3 centavos por cada 100 pies cúbicos, se le cobrará un sobreprecio además del volumen cuando la DBO, o los sólidos suspendidos o

ambos a la vez sobrepasen los límites considerados normales por la ley. El sobreprecio por libra de DBO, superior al volumen normal es de US \$ 0.013; y el sobreprecio por libra de sólidos suspendidos superior al volumen normal es de US,\$ 0.011.

Además de todas las consideraciones antes mencionadas, establece lo siguiente: materias tales como el cobre, el zinc, y sustancias tóxicas similares, deberán limitarse a las siguientes concentraciones medias en las alcantarillas al llegar a la planta de tratamiento, y en ningún momento la concentración diaria - en la planta deberá exceder tres veces la concentración media.

Hierro, como Fe ----- 15 mg/lt.

Cromo, como Cr ----- 5 mg/lt.

Zinc, como Zn ----- 3 mg/lt.

Demanda de Cloro ----- 30 mg/lt.

Los metales no son admitidos en concentraciones mayores que las establecidas. Las prohibiciones, constituyen una protección para las

alcantarillas y para aquéllos que están trabajando en las mismas. La industria que sea responsable del deterioro de las redes, debido a sus desechos, se hará cargo del costo que pagarán por arreglo o sustitución de las mismas.

### 3. En Brasil, Estado de Sao Paulo

Los desechos industriales en la cuenca del río Tamanduatei S.P., están regidas bajo normas y límites de la C I C P A A ( Comisión Intermunicipal de Control de la Polución de las Aguas y del Aire ).

Las normas son las siguientes:

- a) Cada desecho industrial, deberá adoptar un sistema adecuado de medición del desague.
- b) Salvo imposibilidad comprobada, cada industria deberá juntar sus desechos en un único canal de salida, para facilitar su fiscalización y control, y el desecho, deberá contar con un régimen de desague constante, durante el período de su funcionamiento.

- c) La muestra recogida en cualquier momento se considerará como representativa del desecho que se considera en un desague constante de 24 horas.

En cuanto a los límites, se tienen los siguientes:

- a) El Ph no podrá ser inferior a 5, ni superior a 9.
- b) La DBO (demanda bioquímica de oxígeno) medida durante 5 días y a 20°C no deberá ser mayor a 150 mg/lt.
- c) La materia en suspensión, no podrá ser superior a 200 mg/lt.
- d) Los aceites y grasas, no podrán ser superiores a 150 mg/lt.
- e) El residuo total, no podrá superar a 1,500 mg/lt.
- f) El oxígeno disuelto, no podrá ser inferior a 1.0 mg/lt.
- g) No podrán ser admitidas a las redes de alcantarillado

tarilla, los materiales gruesos que la obstruyan.

- h) No serán admitidas las sustancias: tóxicas, venenosas, malolientes, inflamables, explosivas, espumosas y cualquier otra que sea superficial a la red de alcantarillas, corrientes de agua o a las plantas de tratamiento, así como también las personas que manipulen los sistemas. Estos tendrán sus límites máximos permisibles estipulados por el CICPAA, los cuales serán válidos mediante la debida aprobación del señor Alcalde.
- i) En los casos en que exista imposibilidad técnica de alcanzar los límites previstos en los parámetros anteriores, se estipularán límites especiales para cada caso, desde que se compruebe que el tratamiento aplicado es el mejor. Los límites para estos casos, serán estipulados por la CICPAA y deberán contar con la aprobación debida del Alcalde para que tenga validez.

Las cobranzas sobre los desechos industriales, se efectúan en función del volumen de la

DBO (demanda bioquímica de oxígeno), de los Sólidos Suspendidos y de la demanda de Cloro del efluente de cada industria. A menos que en el futuro existan modificaciones en los valores - antes mencionados, se establece que éstas se - rán determinadas por la Autoridad, mediante análisis de muestras representativas de acuerdo - con el "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION - OF WATER AND SEWAGE", y que la demanda media - del cloro, será obtenida a través de un número representativo de muestras. La demanda de cloro, es definida como las partes por millón de cloro, necesarias para producir cloro residual de 0.1 mg/lt., luego de 15 minutos de contacto con la parte líquida de los desechos que fueron colocados para sedimentar por 1 hora, antes de la adición de cloro.

#### 4. En Brasil, Estado de Guanabara

Las disposiciones que rigen las aguas en las redes de alcantarillas en Guanabara, es la que sigue:

##### 4.1 Disposición de arenas en las redes de al -

cantarillado:

- a) Se cobra igual a la tarifa de agua, cuando la DBO y los Sólidos Suspendidos son iguales o inferiores a 300 mg/lt. y el desague de los desechos industriales añadido a los desechos sanitarios es superior al 70% del agua consumida. Actualmente, el costo del agua industrial de Guanabara es de Cr. 0.47/ m<sup>3</sup>.
- b) Se cobra el desague medido y el sobreprecio cuando existe una carga superior a los 300 mg/lt.
- Se cobra el desague con relación al volumen descargado en la red, según la Tabla siguiente:

	m <sup>3</sup> /día	Cr./m <sup>3</sup>
Primeros	100	0.47
Siguientes	100	0.33
"	300	0.19
Superior A	300	0.11

- c) El exceso de sobre carga del DBO y Sólidos suspendidos, serán pagados de la si siguiente manera: por cada 100 mg/lt de DBO o Sólidos Suspendidos que exceda al límite que es 300 mg/lt. se le aumentará el 5% al costo total calculado que - deberá pagar las industrias en razón de su volumen.
- d) Existe un incentivo fiscal que dice:
- En la fecha en que las industrias inician la construcción de dispositivos para tratar sus residuos, recibirán los siguientes incentivos:
1. Durante la construcción:
    - No habrá cobro por el aumento de carga de DBO o Sólidos suspendidos.
    - El volumen del desecho, se considera al 50% del volumen total.
  2. Después de la construcción:

Las cuentas del desecho industrial - se reducirán a la mitad, hasta completar el 50% del costo de la obra.
  3. Disposición en las corrientes de agua:

El cobro se efectúa en forma de multa que se calcula en forma similar al de los desechos arrojados en la red de alcantarillado.

El valor de la multa, es una porción relacionada al exceso de carga de DBO y Sólidos suspendidos, y se efectúa aumentando el 5% del valor calculado por volumen para cada 100 mg/lt., que la DBO y Sólidos Suspendidos exceden los límites fijados para las corrientes de agua receptoras.

4. El cobro de las aguas domésticas por la tarifa de alcantarillado, se efectúa cuando la industria posea instalaciones independientes.

5. En Colombia, para conexión de las industrias al alcantarillado.-

Las industrias ó fábricas no podrán conectar sus cañerías a un sistema público de alcantarillado sin haber obtenido el correspondiente permiso del Ministerio de Salud Pública.

Para la expedición de este permiso el interesado presentará planos completos del sistema de tuberías, el análisis físico químico completo del DBO a los cinco días, y la cantidad de las aguas negras o de desecho que corren por ellas. Si la fábrica no se halla funcionando, se enviará la composición probable de las aguas.

Las industrias que actualmente están conectadas al alcantarillado público cumplirán estas regulaciones.

Necesidades de un tratamiento previo:

Si el desecho industrial afecta, a juicio del Ministerio de Salud Pública, el tratamiento de las aguas de alcantarillado público, o es peligroso para la salud de los asociados, estas -- aguas necesitarán recibir un tratamiento especial aprobado por el Ministerio de Salud Pública, antes de descargar al alcantarillado público.

Los desechos industriales de las siguientes fábricas requieren tratamiento especial antes de descargarlas a un alcantarillado: destilería, textiles, curtiembres, ingenios azucareros, ma-

taderos, industrias de caucho, metálicas y de galvanización, fabricación de jabón, lavanderías, producción de conservas animales o ácidas muy altas.

Todas las sustancias tóxicas se deberán neutralizar antes de descargarlas a un sistema de alcantarillado.

Las aguas provenientes de garages, talleres, etc., con gran cantidad de sustancias grasas o aceitosas, deben pasar por una trampa de grasas antes de ir al alcantarillado.

Los vapores provenientes de calderas u otros aparatos o máquinas deben recolectarse o condensarse en una cámara impermeable antes de ir al alcantarillado.

### III.) LA INDUSTRIA DE LA CERAMICA

#### 3.1 Generalidades.-

La cerámica es conocida desde los más remotos tiempos. La palabra "cerámica" etimológicamente - proviene del griego: "Keramos" "El Alfarero" y se toma en sentido tal que comprende aquéllos artículos que se fabrican a partir de sustancias inorgánicas, primero moldeados y después endurecidos por fuego.

En el Perú, en el antiguo Incanato se fabrica ban numerosos objetos de cerámica natural o policromada, como huacos, vasos, etc.

La industria de la cerámica, se dedica a la - fabricación de productos cerámicos en número considerable, siendo utilizados generalmente como materiales de construcción, cerámica del hogar, cerámica química y técnica, como material especializado para laboratorio e ingeniería, y la cerámica en la industria eléctrica, como refractarios para la - construcción, aislantes térmicos, etc.

En este siglo se han encontrado los medios pa ra emplear los métodos de producción de cerámica -

con un cierto número de sustancias física y química diferentes, pero la industria de la cerámica se basa todavía en un conocimiento a fondo de la arcilla.

### 3.2 Materias Primas.-

Químicamente las materias primas clásicas utilizadas en los productos cerámicos son:

- |               |                      |
|---------------|----------------------|
| 1. Arcillas   | Todos estos son      |
| 2. Pedernal   | Compuesto del Sílice |
| 3. Feldespato |                      |

#### 3.2.1 Materias primas plásticas:

Arcilla: El término "arcilla" se aplica a -- aquéllos depósitos térreos naturales que po seen la singular propiedad de la plasticidad. Existen arcillas en depósitos de naturaleza muy variable en muchas partes del mundo, no existiendo depósitos que tengan la misma arcilla y frecuentemente muestras distintas de arcillas del mismo depósito que difieran entre si. Por lo tanto, merece la pena dedicar, si bien sea brevemente, unas consideraciones referentes al origen y mineralogía de

la arcilla.

Geología: En primer lugar, la arcilla es una roca secundaria, es decir, se ha formado por envejecimiento de las rocas ígneas primarias (granitos, gniss, feldepastos, pignatitas, - etc.). El envejecimiento de estas rocas primarias fué debido a la acción mecánica del agua, viento, glaciares y movimiento terrestre, colaborando con la acción química del agua, de óxido de carbonó, ácidos húmicos y más raramente, de gases de azufre y de fluor, ayudada por temperaturas elevadas.

Mineralogía: Las rocas básicas a partir de las cuales se han formado las arcillas son - aluminosilicatos complejos. Durante el envejecimiento, estos se hidrolizan los iones alcalinos y alcalinoterreos y forman sales solubles y son lexiviados y el resto se componen de aluminosilicatos hidratados de composición y estructura variable y de sílice libre.

Este residuo es por lo tanto, más refractario

que la roca ignea original. Asimismo, permanecen en el residuo particular de rocas inalteradas, por ejemplo, feldespato, mica y cuarzo. Los silicatos de aluminio hidratados son la sustancia arcillosa que dá a las arcillas sus características más notables.

Una de las propiedades predominantes de esta sustancia es la extremada finura de sus partículas.

Con la ayuda del microscopio electrónico, la defracción de Rayos X y el análisis térmico diferencial se han podido ver que las arcillas están formadas por partículas extremadamente pequeñas de minerales cristalinos en forma de copos.

"Toda la sustancia de arcilla" se consideraba amorfa, y más tarde sólo se clasificaron así aquéllas partículas finas lo suficientemente pequeñas para ser coloides. Los conceptos modernos de estructura molecular hacen difícil concebir una naturaleza amorfa para las moléculas gigantes y la técnica de Rayos X aplicada a polvos, ha demostrado la

naturaleza cristalina de todas las partículas de arcilla.

La clasificación de las arcillas es difícil y conduce a distintos resultados, según cual sea el punto considerado, bien geológico, mineralógico, referido a las propiedades o de acuerdo con el uso.

La clasificación de arcillas para empleo industrial, dada por Norton con arreglos a propiedades sería:

#### A. Arcillas Blancas de calcinación:

A.1 Caolines (Sedimentarios): Son arcillas de calcinación blanca, generalmente de baja plasticidad y alta refractariedad.

CONO ----- 34 a 35

T°-----1,750 --- 1770°C, 3182-3218F

Se emplea en la cerámica, para objetos blancos, en la alfarería de calcinación blanca y refractarios, también como carga en la industria del papel,

caucho, textiles y numerosos otros.

- Pueden ser: a) Residuales  
b) Sedimentadas

#### B. Arcillas Grasas:

Son estas arcillas refractarias plásticas, sedimentarios de color oscuro en estado no calcinado debido a impurezas orgánicas, pero blancas o de tono crema tras la calcinación, con tal que no se vitrifiquen por completo.

Tienen una gran proporción de caolinita, pero contienen al mismo tiempo una diversidad de impurezas y probablemente lleven algo de morillonita adherido a los bordes de las pequeñas láminas de caolinita. Las arcillas grasas se utilizan en materiales blancos (loza, porcelana, etc.), para hacer la pasta más plástica y moldeable.

#### C. Arcillas de Gres:

Las arcillas de gres son refractarios o semirefractarios pero contienen suficiente fundente para cocerse hasta una pasta

densa a temperaturas relativamente bajas (aprox. 1100°C). Son comparativamente plásticas sin sufrir demasiada contracción al aire y al fuego. Las arcillas de gres comprenden aquéllas arcillas que se asemejan a las arcillas grasas en todos los aspectos, excepto que no dan un producto blanco por calcinación.

D. Arcillas refractarias (Firedays):

Con punto de fusión inferior a 1600°C, pero no necesariamente de calcinación blanca.

La clasificación de las arcillas refractarias podrían estar de acuerdo:

1. Al carácter físico
2. Con la fusibilidad
3. Teniendo en cuenta la temperatura

Las arcillas refractarias se utilizan principalmente para materiales refractarios, por ejemplo, ladrillos refractarios, retortas, revestimientos de hornos, y también para material sanitario y cierta cla

se de baldosas.

D.1 Caolines (Sedimentarios)

D.2 Arcillas refractarias : por su carácter físico:

a) De pedernal

b) Plásticas

D.3 Arcillas de alto contenido de aluminio:

Se ha visto ya que el óxido de aluminio, bien libre o combinado con otros óxidos, es un constituyente importante de la mayor parte de las materias primas, y por lo tanto, la mayoría de las partes y vidriados cerámicos.

La alúmina es por si misma muy refractaria y el producto sintetizado tiene una resistencia eléctrica sólomente inferior a la del óxido de berilio sintetizado. La alúmina pura encuentra innumerables usos en cerámica fina, tanto por si misma en forma de productos eléctricos de aluminio sinte

tizado, como refractario, como tam -  
 bién en pastas y vidriados compuestos  
 y como material de fondo en cajas re  
fractarias para horno:

Pueden ser : D.3.1 Gibbsita

D.3.2 Diasporo

E. Bentonita:

Derivado de cenizas volcánicas, el princi  
pal mineral de la arcilla de la bentonita  
 es la montmorillonita. El empleo de la -  
 bentonita es como un plastificante. La  
 adición de 1% de bentonita puede mejorar  
 la plasticidad más que lo haría un 10% de  
 arcilla grasa, lo que hacer particularment  
e útil para las arenas de moldeo.

F. Arcillas de productos arcillosos pesados

(De baja plasticidad, pero conteniendo -  
 fundentes) :

1. Arcillas y pizarras para ladrillos de  
 pavimentación.
2. Arcillas y pizarras para tubos de desa  
gue.

3. Arcillas y pizarras para ladrillos y -  
tejas huecas.

G. Arcillas para gres.

H. Arcillas para ladrillos (Plásticos con -  
óxidos de hierro) :

1. Arcillas de terracota.

2. Ladrillos de fachadas y comunes.

I. Arcillas fácilmente fusibles ( con más -  
óxido de hierro).

### 3.2.2 Materias primas no plásticas:

Pedernal y Feldespato : Son materiales no plásticos, utilizados en la industria de la cerámica, en las pastas de arcilla reduciendo la plasticidad y con ello el tiempo de secado y la contracción durante el mismo; aumenta la ~~res~~istencia del fresco y algunas veces también la resistencia tras la cochura, modifican el intervalo y la temperatura de envejecimiento y las propiedades del producto cocido.

Existen numerosos materiales no plásticos - que, cuando se mezclan con uno plástico, constituyen el componente principal de ciertos - cuerpos cerámicos.

### 3.2.3 Materias primas plásticas no arcillosas (Talco y Esteatita) :

Uno de los usos más frecuentes de las propiedades de estas materias primas plásticas no arcillosas en la pasta de la cerámica es que le imparten un cierto número de propiedades ventajosas que podrían ser por ejem.:

- Los que se aprovechan de las buenas propiedades eléctricas y de la resistencia del - choque térmico, es decir, para porcelana - eléctrica y cajas de moldeo y accesorios - de hornos para uso hasta 1,250°C.
- Se emplea para reducir el cuarteo por humedad, mejorar la robustez y resistencia al choque de los cerámicos.

#### IV.) PROCESO DE LA FABRICACION DE CERAMICA

##### 4.1 Introducción

Los procesos que se realizan en las factorías cerámicas son muy variados. Las operaciones preliminares dependen de la condición de las materias primas. Se ha mencionado que algunas materias primas se trituran, muelen, lavan, purifican y se can antes de su venta por la propia firma explotadora. Otras materias primas, por el contrario, se suministran en estado bruto y son tratadas bien por un fabricante especializado en purificación y molienda, o por las propias factorías cerámicas.

Las materias primas no plásticas requieren trituración o desintegración seguida por molienda en seco o en húmedo, hasta llegar a diversos grados de finura. Los materiales individuales precisan de diferentes máquinas para esto, conforme a su tamaño de grano, dureza y tipo de fractura.

Las materias primas plásticas se tratan en cualquiera de los estados seco, plástico o húmedo.

La preparación seca puede llevar consigo secado, trituración, molienda y separación con aire semejante a la empleada en el caso de algunas materias primas. La preparación plástica puede incluir también trituración o desintegración seguidas por amasado y mezclado. La preparación húmeda se emplea únicamente para pastas de alta calidad. La arcilla se pone en suspensión en agua, con lo cual pueden eliminarse con eficiencia máxima las impurezas por medio de sedimentación, tamizado e imantación. Puede molerse en estado húmedo. Se le agregan los restantes constituyentes de la pasta, llevados previamente a los tamaños de granos adecuados y se pasa por filtros-prensa la pasta bien homogeneizada. Finalmente, ésta se seca, pudiendo también transformarse en una masa plástica o convertirse en un barbotina de colada, conforme al método de moldeo que vaya a seguirse.

En esta acción nos proponemos considerar los diferentes procesos que podrían aplicarse en la preparación de materias primas y de pastas cerámicas.

#### 4.2 Trituración y Molienda

Muchas materias primas requieren la reducción del tamaño de sus trozos, agregados, granos, partículas, etc., antes de que éstos puedan utilizarse en la fabricación cerámica. Los diferentes procesos de trituración y molienda persiguen esta finalidad por medios mecánicos y no químicos.

En relación con esto se utilizan varios términos, siendo la diferencia entre ellos de aplicación y finalidad más bien que de principio. En general, "trituración" se refiere a la reducción de trozos grandes a un tamaño conveniente para una reducción secundaria. Se emplea generalmente el término "pulverización" si el producto es un polvo fino. "Molienda" se utiliza con frecuencia en sentido general, pero en otros casos implica la producción de un polvo fino.

Los principios básicos de los procesos mecánicos de reducción son los tres siguientes:

1. Un golpe de martillo.
2. La trituración por compresión.

3. Acción de desgarramiento o de trituración.

En la elección del tipo y tamaño del equipo de trituración y molienda, debe tenerse en cuenta los puntos siguientes:

1. Dureza y tenacidad de la materia prima.
2. Tamaño de los trozos tal como se reciben.
3. Contenido de humedad del material.
4. Tamaño deseado del producto final.
5. Cantidad de producto que se requiere.
6. Impurezas que pueden existir y si éstas deben rechazarse o triturarse.

Otro punto en relación con el equipo de trituración y molienda, es el que se refiere a si este se destina a operación continua o discontinua.

#### 4.3. Clasificación por tamaños

El tamaño de partícula de los productos de las operaciones de trituración y molienda, debe comprobarse enviando una muestra al Laboratorio o bien clasificarse de algún modo, a fin de separar

el material de tamaño excesivo. Los tres métodos principales son el tamizado, la clasificación húmeda por densidad y la separación con aire. Para materiales húmedos los tamices vibrantes son generalmente más rápidos que los clasificadores y dan un producto de tamaño más uniforme.

#### 4.4. Almacenamiento

Después de la molienda o amasado y de la clasificación por tamaños, muchos materiales se almacenan durante períodos de tiempo más o menos largo.

Los materiales secos se almacenan en tolvas o silos de los cuales pueden retirarse a medida que se precisan.

#### 4.5. Impurezas

##### a) Eliminación del hierro y sus componentes:

La presencia de compuestos de hierro en la mayor parte de las pastas cerámicas hace descender el punto de maduración, reduce el punto de fusión y colorea el producto cocido.

b) Carbonato de calcio:

La presencia de carbonato cálcico en grano grueso en una pasta cerámica puede ser muy perjudicial. Durante la cocción se desprende -- dióxido de carbono y queda en la pasta óxido - cálcico o cal. Si la pasta es porosa, el agua que pueda penetrar hasta la cal la apagaría, des\_ prendiendo calor y ocasionando la expansión de la pasta. Si el grano de cal es grande, esto - puede romper la pieza, y si es más pequeño, se produce astillado.

c) Separación de sales solubles:

Se ha mencionado ya que ciertas sales que frecuentemente están presentes en las arcillas crudas interfieren con la preparación de barbotinas de colada. Las sales solubles son tam - bién causa de espumas y eflorescencias.

#### 4.6. Mezclado

Teóricamente, los problemas de mezclado - pueden dividirse bajo los encabezamientos: gas gas, gas-líquido, gas-sólido, líquido-líquido, etc. pero en cerámica es probablemente más conveniente utilizar las divisiones: húmedo, plástico y seco.

El término mezclado húmedo cubre entonces la mezcla de una sustancia con agua para formar una suspensión que pueda fluir y el mezclado de tales - suspensiones acuosas entre si. Se habla de mez - clado plástico en el caso de las mezclas que son - al mismo tiempo demasiado secas para fluir como las mezclas húmedas, pero demasiado húmedas para moverse libremente como los polvos granulares; di chas mezclas son pegajosas y forman fácilmente - grumos. El mezclado seco comprende los materia - les que pueden moverse libremente, aún cuando pue dan contener una cierta cantidad de humedad.

#### 4.7. Filtración

Las gachas y pastas de arcilla utilizadas en la purificación y mezclado, pueden deshidratarse por diversos medios. El método más común es el - filtro-prensa, si bien se están introduciendo gra dualmente varios métodos continuos a vacío o cen - trífugas.

#### 4.8. Amasado

Con independencia del método de producción,-

sea por deshidratación de una suspensión, fluída o por mojado de una arcilla más seca, la masa plástica carece de una total uniformidad y contiene - aire ocluido. Es necesario algun tipo de elaboración, mezclado, amasado a mano, etc., Tradicionalmente, las pastas densas de gres se han venido - elaborando por apisonado bajo los pies. Las pastas de alfarería se amasan a mano. Se golpea o lanza una masa sobre una superficie lisa por cada una de sus caras, se corta transversalmente, se - reúne de un modo diferente, vuelve a golpearse - una vez reunida, y así sucesivamente hasta que al cortarla no presenta defecto alguno. Gran parte del trabajo de amasado o mezclado a mano ha sido absorbido por máquinas, pero el amasado final se - hace todavía con frecuencia a mano por los operarios.

#### 4.9. Moldeo

El moldeo de las pastas cerámicas tradicionales de arcilla depende de las propiedades plásticas y de flujo de esta. La facilidad con que cambia de forma una mezcla arcilla-agua, depende del contenido de agua.

#### 4.9.1. Moldeo de pastas plásticas:

La condición más característica de la arcilla es el estado plástico y en este se basaron todos los métodos primitivos de moldeo.

Aunque una diversidad de métodos de moldeo dependen de la posibilidad de deformar la arcilla a presiones relativamente bajas, después de lo cual sea capaz de retener su forma, la consistencia o rigidez real de la pasta varía para los distintos métodos de que se trate.

#### 4.10. Prensado seco y semiseco

Pastas cerámicas en estado granular pueden moldearse en matrices mediante aplicación de presión. El proceso se denomina confrecuencia "prensado en seco", pero como pueden variar las condiciones deben diferenciarse al menos las dos formas extremas del campo de métodos.

El prensado semiseco o prensado en polvo es el punto final de la serie de combinaciones arci-

lla-agua que requieren tanto más presión cuanto -  
menor es el contenido de agua.

#### 4.11. Colada

Básicamente el proceso de colada consisten -  
en la adición cuidadosa de productos químicos a -  
la pasta para producir una "barbotina" que tenga  
buenas propiedades de flujo con un contenido de  
agua mínimo, la cual se transporta y vierte en -  
moldes de escayola donde la doble acción de elimi  
nación de agua y floculación, por el sulfato cálcico del molde, hace que la pasta se endurezca.  
Seguidamente, la pieza colada se seca y se contrae  
separándose de las paredes del molde. A continua  
ción se extrae de éste, se cepilla, se ensambla -  
si es necesario, y a partir de este momento, se  
trata como los materiales de moldeo plástico.

El proceso de colada se utiliza para moldear  
piezas prácticamente en cualquier tipo de pasta -  
desde loza fina, porcelana de huesos y porcelana,  
hasta materiales refractarios con alto contenido  
de chamota, etc.

#### 4.12. Vidriados Funciones

La capa fina, dura, brillante y generalmente transparente que cubre un gran número de materiales cerámicos tiene una función muy importante a desempeñar.

Los vidriados son capas finas de vidrio fundidas sobre la superficie de la pasta. Se aplican a las pastas para hacerlas impermeables, de mayor resistencia mecánica y resistentes al rayado, más inertes químicamente y más agradables al tacto y a la vista.

Se requiere que los vidriados se "adaptan" a pastas de naturaleza química y física variables, y deben madurar a una diversidad de temperaturas y exhibir propiedades específicas pero variadas en estado acabado; por ello no es sorprendente que existan innumerables composiciones diferentes de vidriado, lo cual hace que sea muy difícil clasificarlos sistemáticamente.

#### 4.13. Decoración

Existen siete métodos para colorear y decorar los materiales cerámicos; tres de ellos se refieren a la pasta y cuatro al vidriado. Se aplican en diferentes etapas de la fabricación.

a) Decoración de la pasta:

1. Pastas coloreadas y tintes de pasta.
2. Engobes
3. Trabajos en relieve e incrustaciones.

b) Decoración del vidriado:

Vidriados coloreados, opacos y cristalinos, denominados también "teñido en el vidriado"

Decoración bajo el vidriado.

Decoración sobre el vidriado.

Decoración en el mismo vidriado.

#### 4.14. Secado de las piezas moldeadas

El agua constituye una parte esencial, en mayor o menor proporción, en la mayoría de los procesos de moldeo cerámico. En cambio, una vez acabados dichos procesos su misión en la pasta ha terminado y debe eliminarse lo más completamente

Se ha indicado anteriormente que el proceso de secado es complejo, teniendo lugar en dos etapas principales. En primer lugar, el período de intensidad constante en el cual la pérdida de agua tiene lugar en la superficie y se produce una contracción de volumen igual al de la pérdida de agua. En segundo lugar, el período o períodos de intensidad decreciente en que el agua se evapora desde el interior de la pasta y se introduce poca o ninguna contracción. El primer período presenta una importancia mucho mayor para el ceramista, por ser durante el mismo cuando se producen las pérdidas por agrietamiento o deformación.

#### 4.15. Cochura de materiales cerámicos

Los materiales cerámicos deben, por definición sufrir al menos una cochura, que convierte el material moldeado irreversiblemente en un producto duro, resistente al agua y a los productos químicos. Los materiales no vidriados sólo sufren dicha cochura.

Los materiales vidriados se cuecen tradicionalmente dos veces. En primer lugar, sufren la

cochura de bizcocho, en la cual todas las pastas excepto, la porcelana dura, se maduran por completo. A continuación se vidria el material de bizcocho y se somete a la cochura de vidriado a una temperatura inferior, para la maduración del vidriado. En el caso de la porcelana dura la cochura de bizcocho no madura la pasta, obteniéndose un artículo poroso. En este caso, se efectúa la cochura de vidriado a una temperatura más elevada, madurando así simultáneamente pasta y vidriado.

La tendencia moderna persigue la eliminación de la segunda cochura y el vidriado del material crudo, de tal forma que pueda acabarse éste en una sola cochura; tales materiales se denominan de cochura de un solo paso,

#### 4.16. Hornos para cochura de piezas cerámicas

Se ha visto que el secado de las piezas cerámicas puede hacerse al aire libre por circulación natural del aire, a la temperatura ambiente. El empleo de estructuras cerradas y la aplicación de

calor aceleran el proceso. En cambio, la cochura de los materiales debe hacerse siempre en estructuras cerradas con aplicación de calor, habiéndose construido hornos de algún tipo desde los comienzos de la alfarería, los cuales se reconocen a veces en excavaciones de lugares pre-históricos.

Citaremos por ejemplo los siguientes:

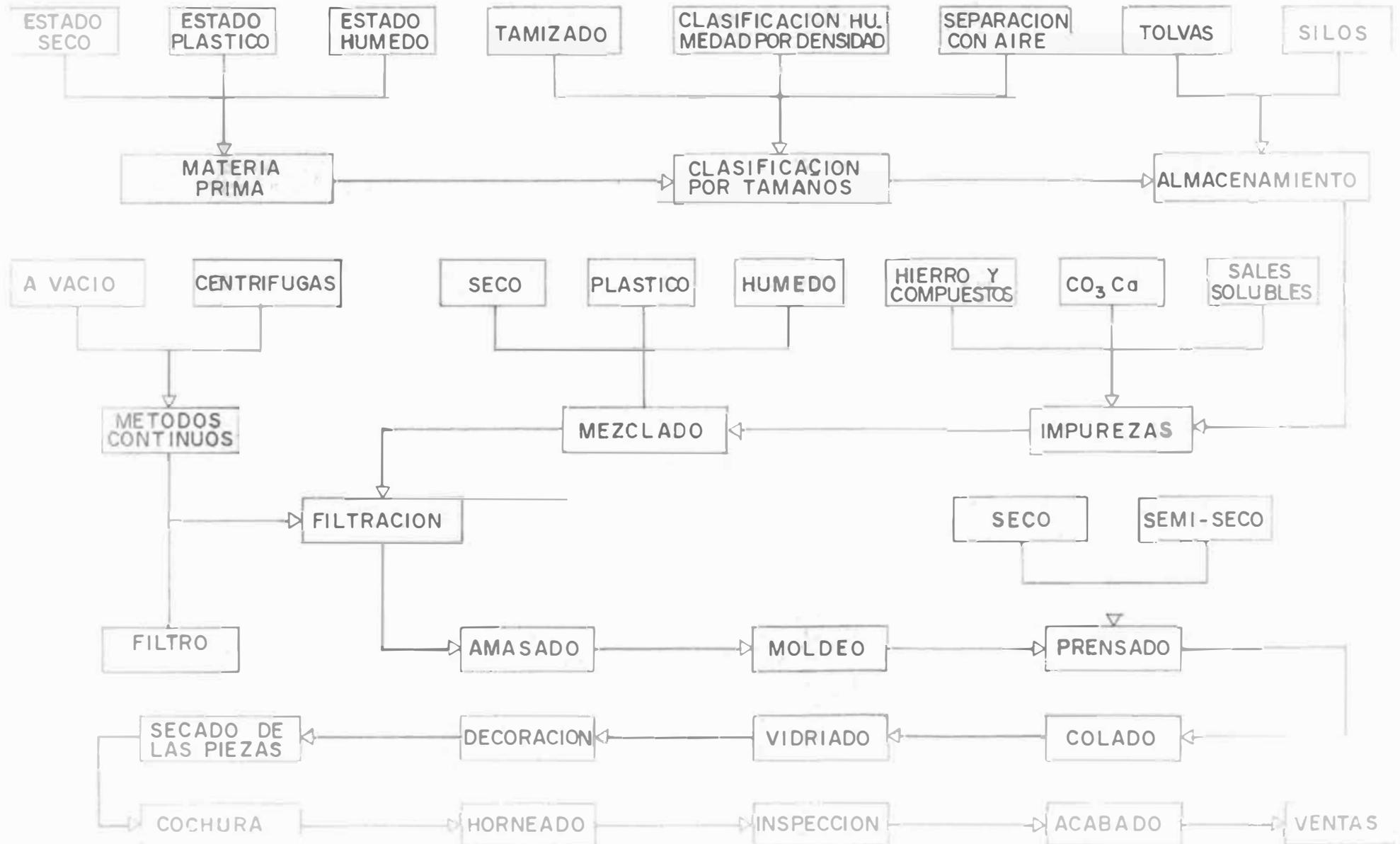
- El horno de Hormiguero, el cual a pesar de ser tan antiguo, se emplea todavía en ocasiones para la fabricación de ladrillos hechos a mano.
- El horno Periódico o Intermitente, con estructura permanente (a veces el techo es temporal). Estos hornos son corrientemente redondos, pero pueden también ser rectangulares.
- Los Hornos Continuos, aprovechan el calor residual desprendido durante el enfriamiento. Consisten en esencia en una serie de hornos conectados en circuito.

#### 4.17. Inspección y acabado

Las piezas que salen de los hornos cerámicos se almacenan para su inspección antes de sufrir ningún proceso ulterior. Esto puede implicar la inspección visual, clasificación en artículos de primera clase, de segunda, etc., el apartado de las piezas manchadas en las que deban eliminarse por esmerilado las huellas de los accesorios de horno, o que puedan en general, corregirse por pulido, la separación de piezas defectuosas con picaduras, etc., que pueden tratarse y cocerse de nuevo, etc., Los materiales que se cuecen más de una vez, se inspeccionan después de cada cocción, desechándose inmediatamente las piezas inservibles. En las clases de materiales en que intervienen en la mezcla chamota o pitcher, las piezas defectuosas se trituran y muelen para utilizarlas nuevamente.

Un gran número de materiales técnicos deben sufrir un riguroso dimensionado. Algunos materiales se esmerilan hasta alcanzar su tamaño exacto después de la cochura.

# DIAGRAMA DE FLUJOS



## V.) DESECHOS DE LAS INDUSTRIAS CERAMICAS

La producción de los desechos dependen generalmente de los procesos utilizados en la preparación y elaboración de los productos cerámicos. Se ha podido observar en capítulos anteriores que los productos cerámicos sufren una serie de procesos preparatorios tales como: el mezclado, elaboración de la pasta, molido, secado, pulido, etc., todos estos procesos bajo diversas condiciones y con distintos materiales, contienen residuos resultantes con sustancias perjudiciales de varios colores, de gran cantidad de sólidos inorgánicos, dependiendo éstas del volumen de agua utilizado.

Además, se tendrá en cuenta que los residuos de los materiales inorgánicos tienen también su origen durante los lavados de máquinas, tanques de almacenamiento, molinos, implementos de trabajo, herramientas (manuales o mecánicas), y en especial, los lavados de pisos de cada sección.

### 5.1. Características Generales

De acuerdo a los Informes de Laboratorio de

las muestras tomadas en las diferentes industrias dedicadas a la elaboración de los productos cerámicos, pueden ser:

1. Con respecto a la temperatura, DBO, PH, Grasas. Ninguna de las muestras tomadas excedió del límite permitido por el Reglamento, así como se demuestra en el siguiente Cuadro de Valores:

Parámetro	Valores Obtenidos	Valor Permitido
PH	6,1 - 8,2	5,0 - 8,5
DBO	0 ppm	1000 ppm
T°C	18 - 26	35
GRASAS	0 ppm	100 ppm

Nota: Los valores permitidos son para el caso en que las descargas de los desechos industriales vayan a la red de alcantarillado.

2. En cambio tienen gran concentración de sólidos suspendidos sedimentables (S.S.S.) los cuales se muestran en el Cuadro siguiente:

Parámetro	Valores Obtenidos	Valores Permitidos
S.S.S.	8 - 300 ml/lts/hr	8.5 ml/lts/hr.

3. En cuanto al color de estas aguas residuales - por lo general son cremosos, plomizos y opalinos.

## VI.) EFECTOS DE LOS DESECHOS DE LAS INDUSTRIAS

### CERAMICAS EN LOS CUERPOS RECEPTORES

Los desechos industriales de los productos cerámicos que no reciben un tratamiento adecuado y son vertidas a las redes colectoras, producen efectos negativos que atentan contra la integridad física y el normal funcionamiento de las mismas.

Las descargas industriales con estas características conducen al deterioro de la calidad de las aguas superficiales conduciendo esto al alteramiento y perturbación del equilibrio ecológico del ecosistema.

La presencia de estas aguas residuales, es objetable porque producen obstrucciones en el sistema de alcantarillado y plantas de tratamiento.

Estos desechos causan turbiedad en el agua y sedimentación en los ríos con la consiguiente formación de bancos de lodos.

Pueden cubrir las agallas de los peces o matar la vida acuática por recubrimiento.

## VII.) PROCESOS DE TRATAMIENTO RECOMENDADOS

La selección de los procesos de tratamiento para estas aguas residuales, estarán agrupados de acuerdo al grado de eficiencia de remoción de contaminantes, así de este modo lo podemos dividir en tratamiento preliminar y primario, y disposición de sólidos,

### 1. Tratamiento Preliminar.-

Destinado al acondicionamiento de las aguas servidas para su disposición final o tratamiento siguiente. Este tratamiento preliminar tiene el fin de minimizar los efectos negativos causados por las grandes variaciones de caudal, presencia de materiales flotantes, etc.

Las unidades de tratamiento serían:

- 1.1. Rejas.- Su finalidad es retener los sólidos gruesos relativamente grandes que están en suspensión o flotantes.
- 1.2. Tanques de compensación.- Sirven para disminuir los efectos de la gran variación de caudal de las aguas residuales.

## 2. Tratamiento Primario.-

Conformado por dispositivos diseñados para la -  
remoción de la materia sobrenadante o sedimentable -  
por medios físicos o mecánicos. Este tipo de trata-  
miento remueve no sólo la materia grande sino  
también una porción apreciable de DBO.

Las unidades de tratamiento serían:

- 2.1. Sedimentación simple.- Consiste en la separación  
de los sólidos suspendidos por gravedad.
- 2.2. Flotación.- Se usa generalmente para los sólidos -  
suspendidos de densidad relativamente baja  
(menores a 1.0).
- 2.3. Precipitación Química.- Proceso mediante el -  
cual se pueden tratar las aguas residuales para  
remover de ellas elementos metálicos tóxicos o  
recuperar productos químicos utilizados en el -  
proceso industrial.

## 3. Disposición de Sólidos.-

Este problema merece tanto estudio como el -  
tratamiento de las mismas aguas residuales, porque  
será necesario producir un producto conveniente, -  
que no contamine el medio ambiente.

## I. INTRODUCCION

En esta Segunda Parte se tratará de dar una solución práctica a los problemas sanitarios que acarrearán los procesos industriales en la elaboración de los productos cerámicos, los cuales han sido ampliamente descritos y analizados en la Primera Parte.

La solución que se propone en el presente Proyecto de Grado, consiste en clasificar y desarrollar un método de tratamiento para este tipo particular de desecho industrial, a fin de captar los sólidos sedimentables hasta un punto tal que no afecte el eficiente funcionamiento de las redes colectoras públicas, y finalmente, la adecuada disposición de los sólidos captados.

Para tal efecto, se diseñarán las unidades de tratamiento adecuadas a este tipo de afluente.

Se ha escogido en particular una industria determinada, en este caso de " Productos Cerámicos S.A. ", habiendo preferido ésta para los fi-

nes de este Proyecto de Grado, en razón de las mayores facilidades que se han brindado para la obtención de todos los datos necesarios para el desarrollo del presente trabajo.

## II. PRODUCTOS CERAMICOS S.A.

### 2.1. Generalidades.-

"Productos Cerámicos S.A.", se encuentra ubicada en la Avenida Nicolás Dueñas N° 387,- en el distrito de Lima, ocupando un área de 8,775.50 m<sup>2</sup>.

La Industria se dedica a la fabricación de vajillas domésticas de porcelana.

La población operaria está constituida por 122 hombres, de los cuales son 106 obreros y 16 empleados, teniendo un horario normal de trabajo de 8 horas diarias, de Lunes a Viernes y el día Sábado de 6 horas.

Para el abastecimiento del agua, cuenta con un tanque de almacenamiento cuya capacidad es de 15 m<sup>3</sup>., y un tanque elevado de 12 m<sup>3</sup>., el cual es alimentado por la red pública a través de una conexión domiciliaria de 3/4" de diámetro.

Esta agua es distribuída en la planta por medio de tuberías de 1/2", 3/4", 1", 2", tanto de los servicios higiénicos existentes, como de las unidades de procesamiento de los productos cerámicos que requieran de él.

Con respecto a la disposición de los desagues, éstos son evacuados por medio de tuberías de concreto simple normalizado de 4" y 6" para los servicios higiénicos y por canaletas de 0.30 mts. de ancho y tuberías de 3" para los desagües originados en las unidades de elaboración de los productos cerámicos.

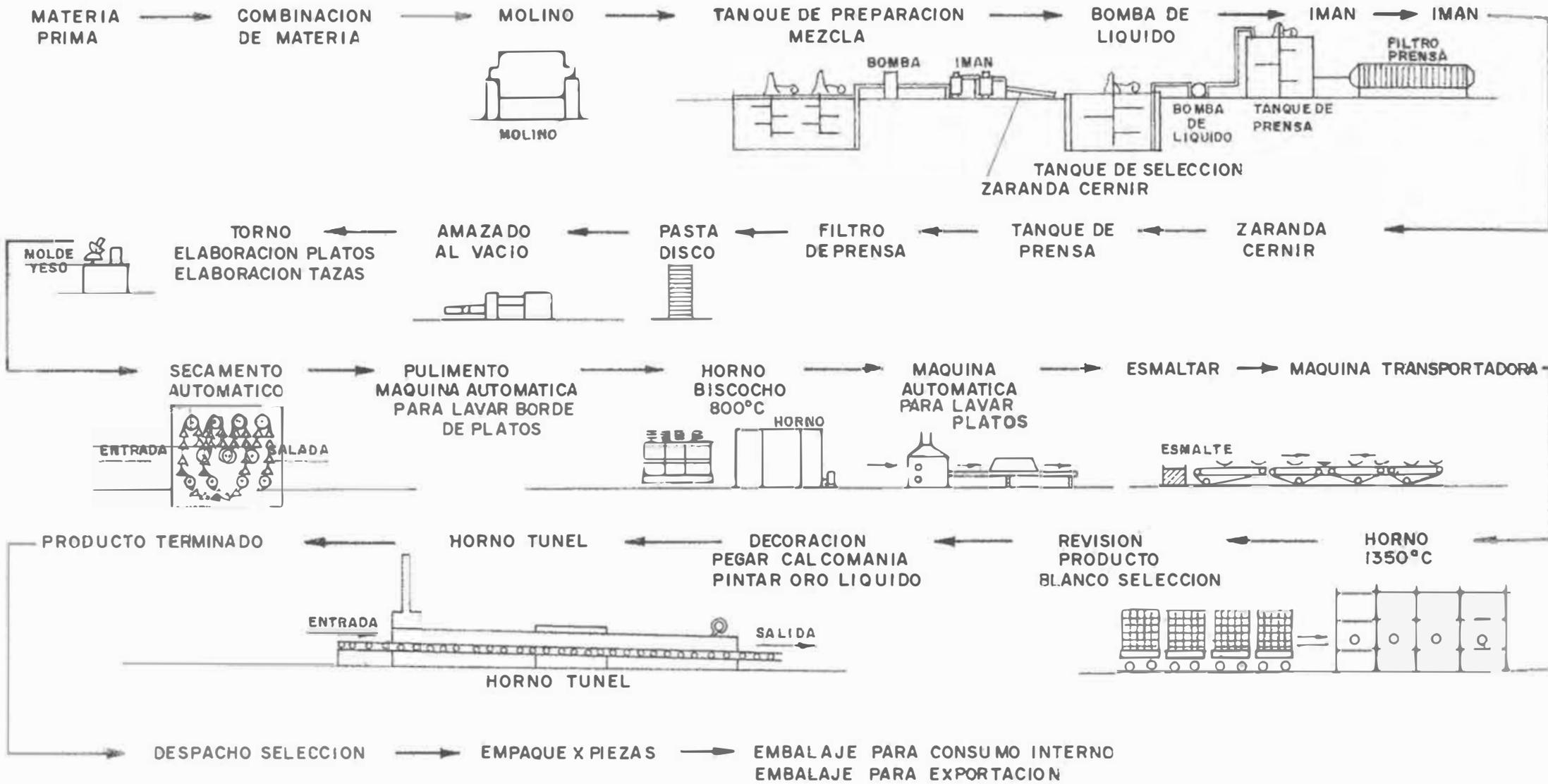
La contribución a los desagües es de 13 m<sup>3</sup> promedio diario.

## 2.2. Diagrama de Flujo.

## 2.3. Características de los desagües

Los líquidos residuales provenientes de los procesos industriales tienen su origen en:

# DIAGRAMA DE FLUJO DE PRODUCCION DE PRODUCTOS CERAMICOS S.A.



1. Zarandeo
2. Filtro prensa
3. Pulido húmedo
4. Lavado de máquinas, herramientas, baldes,
5. Lavado de pisos,

Estos desagues se caracterizan por tener:

1. Gran concentración de sólidos suspendidos.
2. Constituyentes inorgánicos.
3. Facilidad para la sedimentación.
4. Caudal variable.
5. Color de las aguas residuales generalmente cremosos.

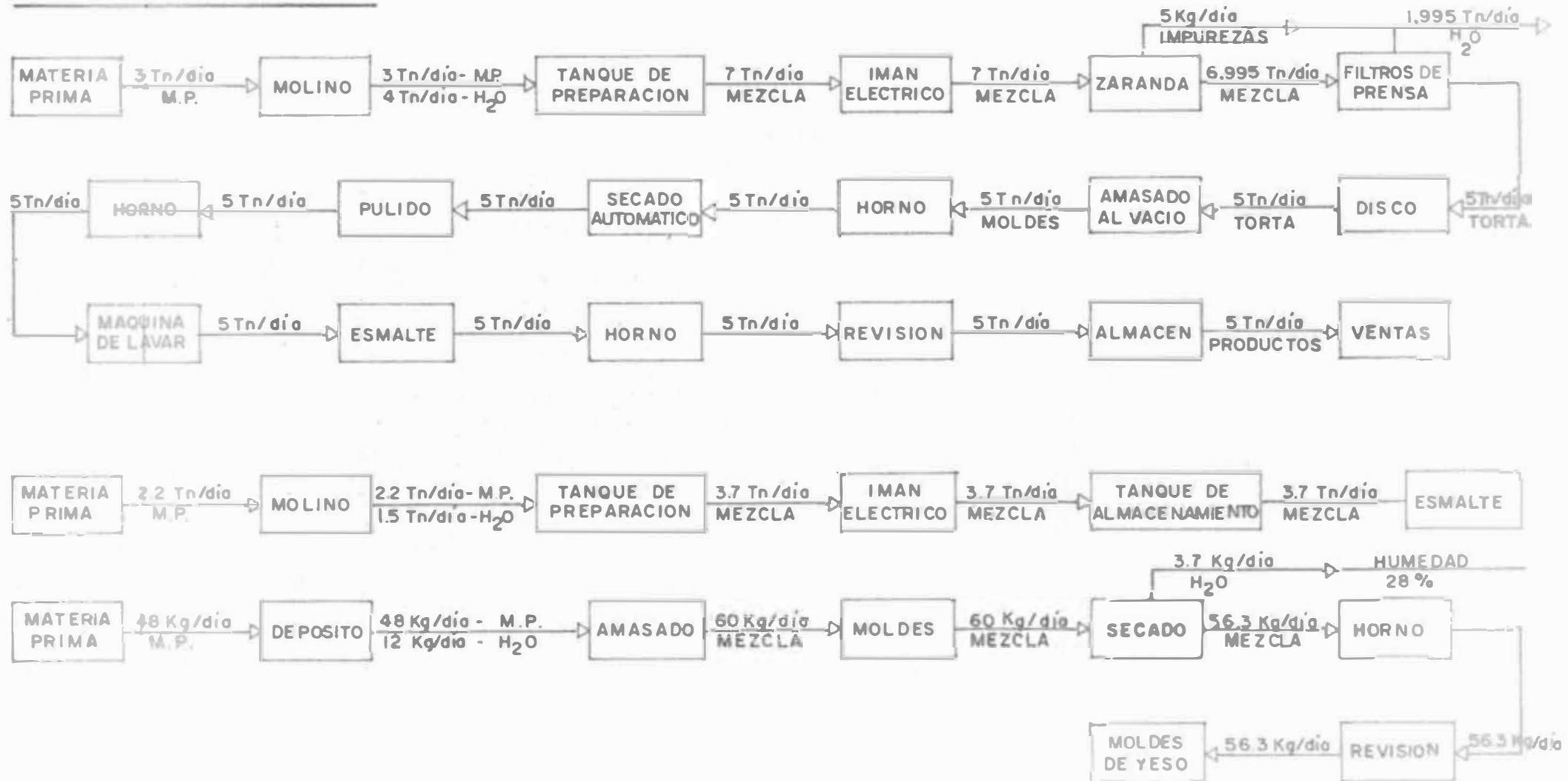
2.4. Ver Diagrama de Masas.

#### 2.5. Análisis Químicos de los Desagues

Se han realizado análisis de las muestras obtenidas de los desagues finales, respecto a los elementos más desfavorables para el normal funcionamiento de las redes colectoras de servicio de los cuales se han tabulado en el

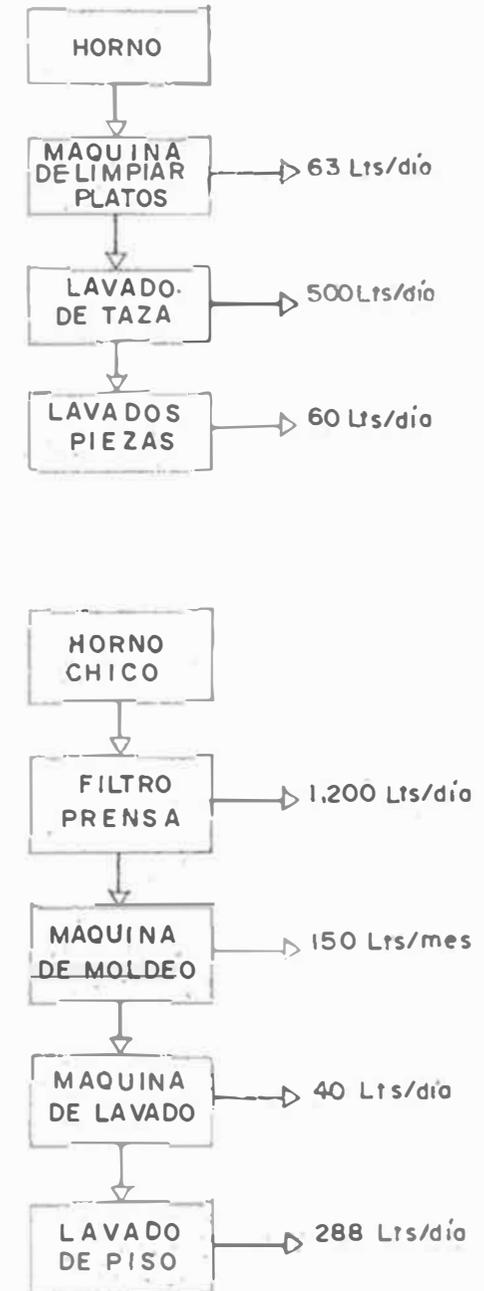
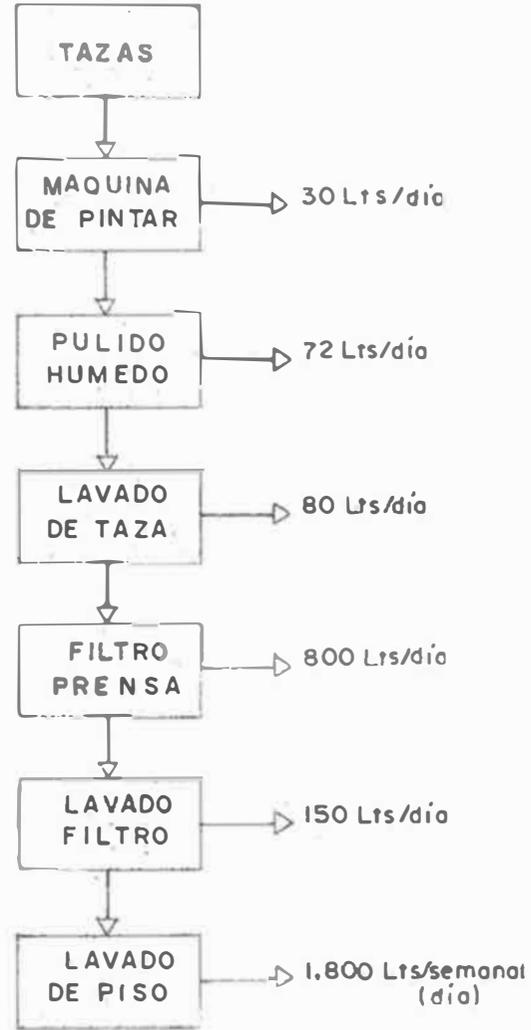
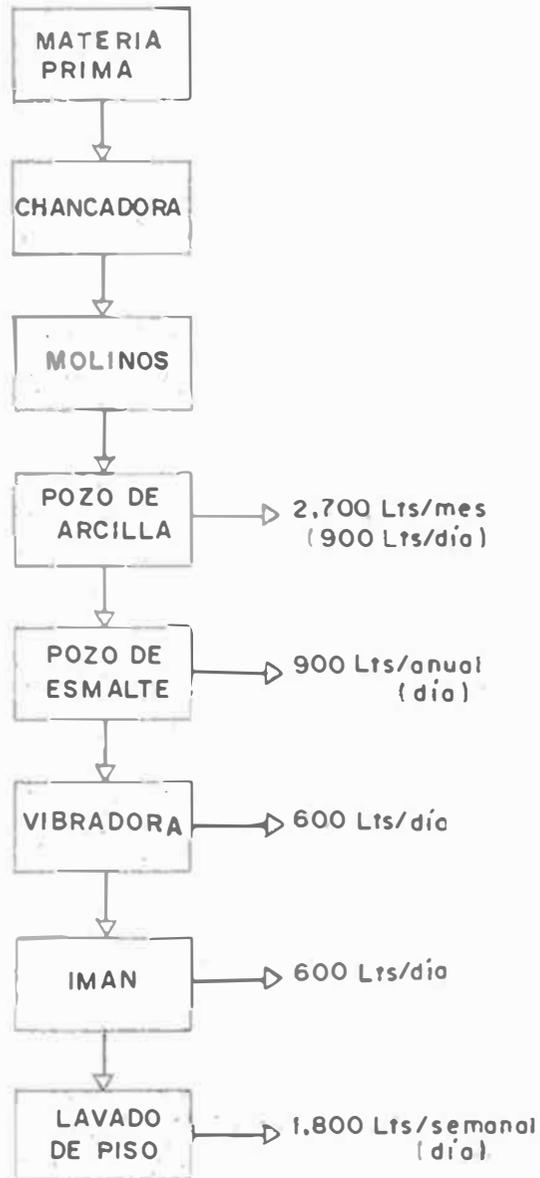
# DIAGRAMA DE MASAS

## PROCESOS DE PRODUCCION



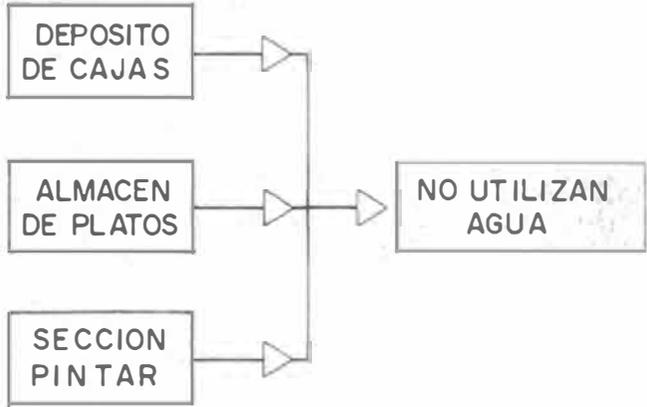
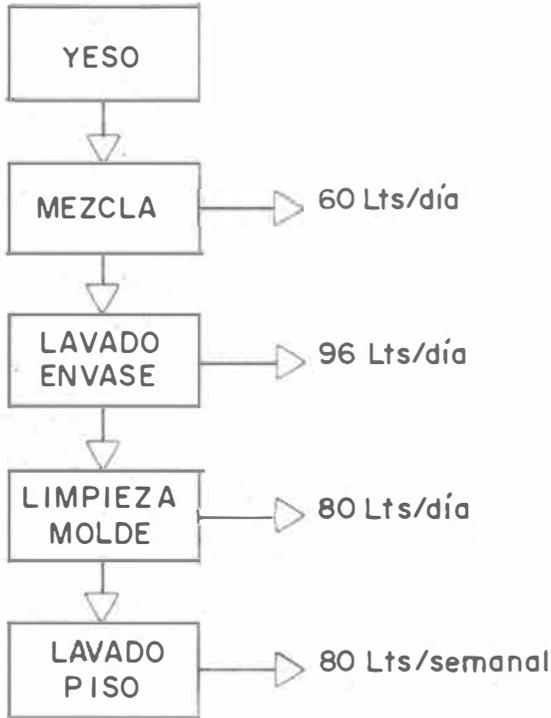
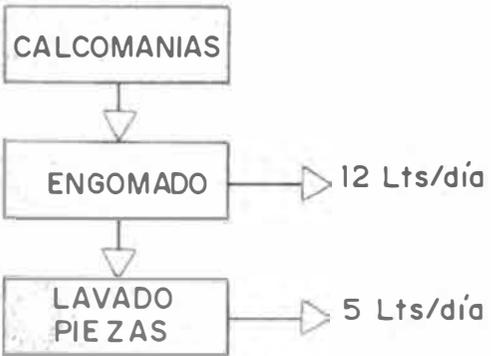
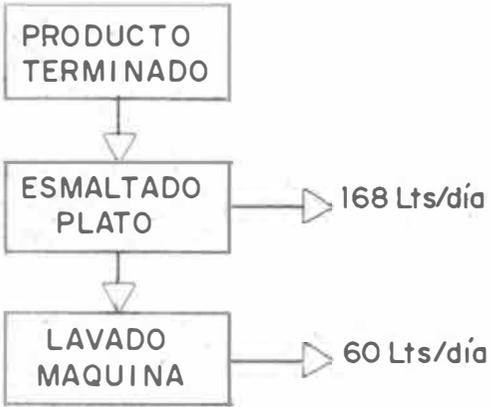
# DIAGRAMA DE MASAS

## POR SECCIONES



# DIAGRAMA DE MASAS

## POR SECCIONES



siguiente cuadro:

	J U L I O      1 9 7 9				
Fechas	16	17	18	19	20
Muestras	22	18	24	23	26
Ensayos	68	56	74	71	78
T° C	25	25	25	25	25
PH	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5
S.S.S.	3/60	2/40	3/60	7/50	4/50
Grasas	-	-	-	-	-
D.B.O.	-	-	-	-	-

## 2.6 Interpretación de los resultados

Los valores que se muestran en el gráfico anterior han sido obtenidos mediante el análisis "in situ" de muestras compuestas tomadas al final de la salida de los desechos industriales; los cuales fueron realizados durante una semana de labor normal (5 días útiles), entre las 9 am. hasta las 3.p.m., con un intervalo de 15 a 20 minutos entre tomas de muestras, a fin de obtener valores signifi-

cativos.

Respecto al PH, se obtuvo un valor promedio de 6.5 siendo el rango permitido entre 5 y 8.5.

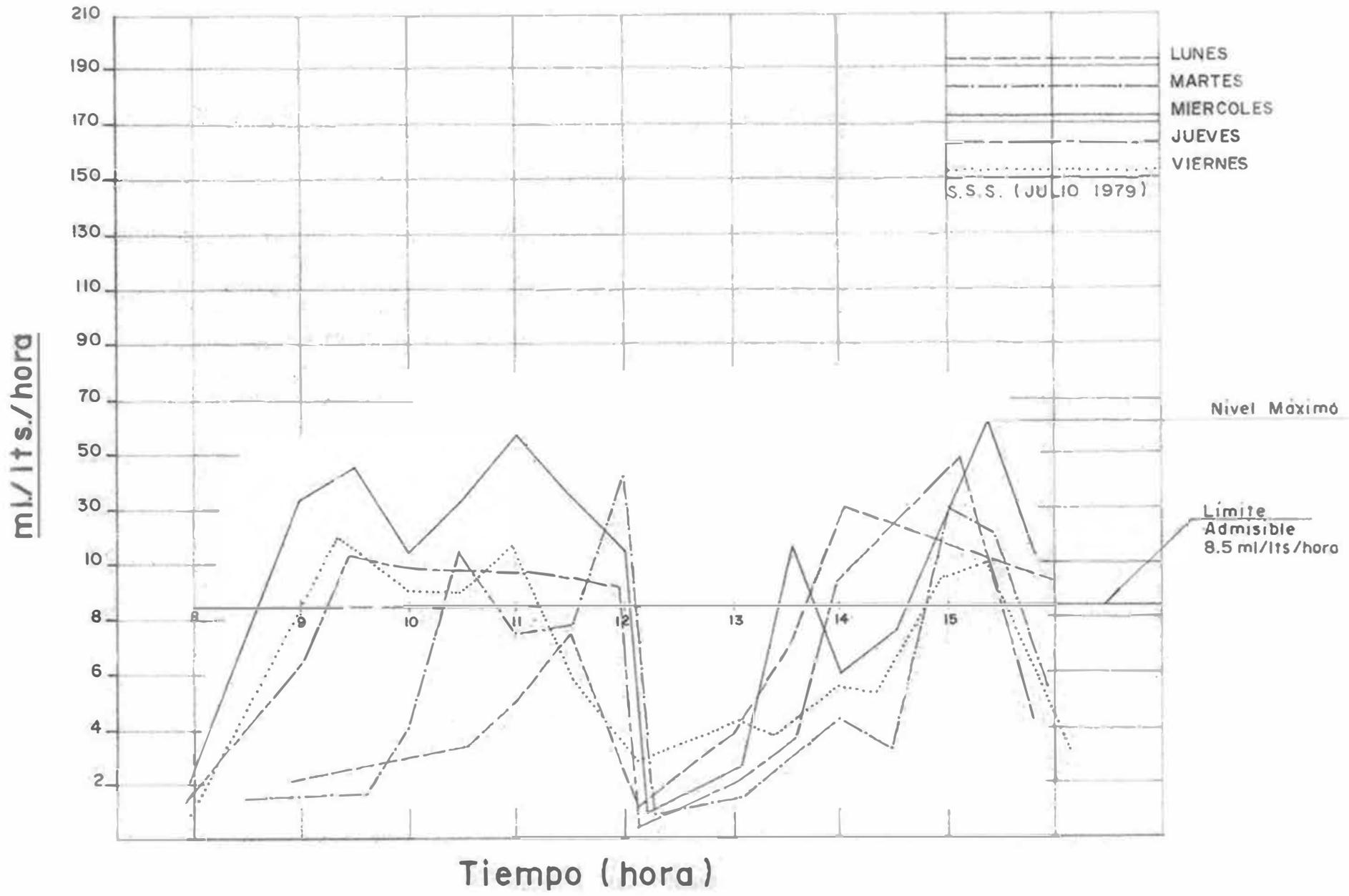
En cuanto a grasas y D.B.O., no se registraron valores, siendo 100 ppm y 1000 ppm los valores permitidos respectivamente.

En lo concerniente a la temperatura, se obtuvo un promedio de 25°C, siendo el valor máximo permitido de 35°C.

Por último, en los sólidos suspendidos - sedimentables se encontraron valores hasta un máximo de 60 ml/lts/h, siendo el valor permitido de 8.5 ml/lts./h.

Esto nos está indicando que no se tienen problemas con el PH, grasas, temperatura, D.B.O., de estas aguas residuales, pero si en cambio con los sólidos suspendidos sedimentables.

Los valores permitidos que se mencionan en los párrafos anteriores al Reglamento de Desagues Industriales vigente, según D.S. N° 28-60-SAPL.



### III. PROCESOS SELECCIONADOS POR EL TRATAMIENTO POR LAS AGUAS RESIDUALES EN ESTUDIO.-

De acuerdo a las características obtenidas - de los análisis efectuados a los residuos líquidos resultantes de los procesos de fabricación de los productos cerámicos se concluye que deberán seguir los siguientes procesos de tratamiento con el objeto de alcanzar niveles compatibles de descarga:

#### 3.1. Unidades de tratamiento preliminar.-

A) Rejas : A fin de eliminar por separación los materiales flotantes y gruesos presentes en estas aguas residuales, facilitando así el trabajo de las posteriores unidades de tratamiento.

#### 3.2. Unidades de Tratamiento primario.-

A) Sedimentador : Para eliminar los sólidos suspendidos sedimentables presentes en los residuos industriales mediante la gravedad.

### 3.3. Disposición,-

Los sólidos resultantes de las operaciones de cribado y sedimentación, deberán ser rápidas, conveniente y económicamente dispuestas, sin afectar las condiciones locales ni ocasionar molestias.

#### IV. DETERMINACION DE LOS PARAMETROS POR MEDIO DE PRUEBAS DE LABORATORIO

Para la determinación de los parámetros, se tuvo en cuenta las características físico-químicas obtenidas de los análisis efectuados a los residuos líquidos resultantes de los procesos de producción.

Las pruebas de laboratorio realizadas fueron:

- Determinación del PH, DBO, 7°C, Grasas y SSS.

De acuerdo a los resultados obtenidos se llegó a la conclusión como parámetros básico de diseño a los sólidos suspendidos sedimentables (SSS), ya que estos sobrepasaron los límites de 8.5 ml/lts/h permitidos por el reglamento de desagues industriales (ESAL).

## V. SELECCION DEL PROCESO DE TRATAMIENTO MAS ADECUADO

Dentro de la gran variedad de procesos de tratamiento existentes, esta selección es efectuada a consideraciones de orden técnico, científico y económico.

No todas las operaciones unitarios son factibles de ser utilizadas en la práctica, muchas de ellas representan soluciones muy costosas o son tecnológicas que aún no han pasado a la categoría de la práctica común o tecnología establecida.

Debido a la naturaleza de los desechos industriales y al grado de calidad del efluente, la solución más adecuada seguirá los siguientes procesos de tratamiento:

### 5.1. Tratamiento preliminar;

Rejas: A finde eliminar por separación los materiales flotantes y gruesos presentes en el desagüe, facilitando las otras operaciones unitarias.

## 5.2. Tratamiento Primario:

Sedimentador: Para la eliminación de los sólidos suspendidos sedimentables que se encuentran presentes en los residuos industriales. Esta operación se realiza por la acción física de la gravedad.

## 5.3. Disposición de Residuos o Sólidos resultantes eliminados:

Los sólidos resultantes de las operaciones de cribado y sedimentación, deberá ser rápida, conveniente y económicamente dispuestos, sin afectar las condiciones locales del medio y sin ocasionar las molestias.

## VI. DESCRIPCION DE LA PLANTA PROYECTADA

A continuación, se detallan las unidades de tratamiento:

### 6.1. Tratamiento Preliminar:

Rejas.- Estos dispositivos de separación de sólidos, estarán provistos de barras de fierro de  $\varnothing$  1/2" dispuestos en forma paralelas espaciadas 2.5 cms. entre si y que se oponen al flujo del efluente; formando un ángulo de 30° con la horizontal y serán colocados al final de las canaletas que bordean las secciones de procesos de producción correspondientes.

### 6.2. Tratamiento Primario:

Sedimentador.- A fin de eliminar los sólidos suspendidos sedimentables de las aguas residuales provenientes de los procesos de elaboración, se ha diseñado la cámara de sedimentación con las siguientes dimensiones:

Largo	13,00 m.
Ancho	3,50 m.

Profundidad mínima	0,20 m.
Profundidad máxima de la tolva	1,44 m.
Volúmen de tolva	6,00 m <sup>3</sup> .
Período de retención	15,85 horas
Tasa de aplicación superficial	346,5 lts/m <sup>2</sup> /día
Velocidad horizontal	$12,75 \text{ m} \div 15,85 =$ 0,80 m/hora

La profundidad es variable, los cuales se indican en los planos respectivos. Cuenta con una tolva de 6 m<sup>3</sup>. de capacidad, a fin que los lados resultantes de la sedimentación se depositen en ella. Tanto el ingreso como la salida de las aguas residuales a esta unidad, serán - mediante canaletas rectangulares.

En el fondo de la canaleta de ingreso se construirán 8 orificios de  $\emptyset 1"$ , la cual nos - asegurará la velocidad y caudal uniforme. El fondo del sedimentador es plano y va hacia la tolva con una pendiente uniforme de 4‰.

Los lodos depositados en la tolva serán -

eliminados mediante una bomba vertical sumidera con las siguientes características:

Marca	Hidrostral
Tipo	C 3 0 - VN - 24
Potencia	2.5 Hp.
Caudal	10 lps.
H.D.T.	6.5 m.
R.P.M.	1.785
Tubería de Impulsión	Ø 3"
Tubería de Succión	Ø 4"

## VII. OPERACION Y MANTENIMIENTO DE LAS UNIDADES DISEÑADAS

Gran parte de la eficiencia de una planta de tratamiento, en este caso de las unidades diseñadas, se deben al grado de mantenimiento que se les produgue.

Así, para obtener de ellos un funcionamiento continuo, efectivo y de óptimos resultados, es necesario que el personal responsable de su mantenimiento y conservación, tenga plena comprensión de las - operaciones y fines de estas unidades.

El término mantenimiento, desde el punto de vista de la ingeniería, puede definirse como el equipo de la planta, sus estructuras y otros medios conexos en condiciones apropiadas para llevar a cabo las - operaciones o maniobras a que están destinadas.

Con un mantenimiento correcto, se está a salvo de emergencias o descomposturas imprevistas; tres factores que deben tomarse en cuenta para el debido mantenimiento son: diseño, construcción y operación.

Los planos o copias de los diseños de la planta, mostrando las dimensiones de cada unidad, así como los accesorios, etc., deben tenerse a la mano para referencia inmediata.

A continuación se detallan en forma simple, - sencilla y de fácil comprensión, la operación y - mantenimiento de cada una de las unidades de tratamiento.

#### 7.1. Rejas:

El objeto de las rejas es separar del - efluente, las materias que flotan en la superficie o en la masa del agua residual. Tales materias, podrían ser : papeles, palos, tra-  
pos, pajas, que podrían destruir cañerías, orificios, canaletas, etc.

a) Operación.- El efluente industrial entra a las canaletas y atraviesa el sistema de rejas que se opone al flujo, y separando los materiales suspendidos voluminosos, deja - pasar sólo el líquido con materias de sólidos de pequeñas dimensiones y menores de

Ø 1/2" cual es la separación entre las barras.

A su vez, los sólidos que logran atravesar el sistema de rejas, serán posteriormente eliminados en la siguiente fase de tratamiento.

b) Mantenimiento.- Los sólidos atrapados en las rejas, serán eliminados en forma simple, que bastará rastrillar estos cuidadosamente hacia la plataforma superior de escurrimiento. Esta operación se hará de una a tres veces por día o cuando se observe que ésta sea requerida y evitar así que se produzcan los siguientes fenómenos:

- Aumento del efluente aguas arriba.
- Cargas de flujo repentinos.

## 7.2. Sedimentador:

La sedimentación, es una operación por medio de la cual los sólidos suspendidos en un líquido (en este caso en el desaque industrial) se separan gravitacionalmente del lí-

guido.

Las partículas en suspensión son arrastradas por efecto de la velocidad y la acción mezcladora del líquido.

El propósito de la sedimentación es entonces proporcionar tiempo suficiente y eliminar al máximo las turbulencias.

a) Operación.- El efluente ingresa a la cámara de sedimentación a través de los orificios de entrada. Esta tiene por finalidad la de distribuir uniformemente el flujo a través de la cámara.

Por último, el líquido así tratado saldrá de la cámara a través del vertedero de salida, en condición tal que no afecte el normal funcionamiento de los colectores de servicios públicos y sin dañarlos, a los cuales finalmente van a descargar.

Los sólidos retenidos en la tolva del sedimentador serán retenidos mediante el accionamiento de la bomba que para tal efecto

han sido escogidos. El lodo así extraído, será depositado en tanques o cilindros, - para su posterior disposición.

La extracción de lodo se hará en forma quincenal. El bombeo deberá ser de manera intermitente, o sea, de corta dura - ción y a intervalos frecuentes, para que no se forme un canal a través de los lo - dos y por consiguiente, sea extraída una cantidad excesiva de agua, esta última innecesaria pues ocupa parte del volumen de los tanques o cilindros.

- b) Mantenimiento, - La adopción de las siguientes prácticas regulares de mantenimiento, no sólo acrecentará la eficiencia de esta unidad, sino que brindará mejores condi - ciones de trabajo al operador.

Raspar quincenalmente las paredes y el fondo inclinado del compartimiento de - sedimentación, con un cepillo de goma o - similar, para desprender los sólidos que se hallan adheridos a ella.

El tanque de sedimentación y todo el equipo mecánico han de ser inspeccionados para obtener de ellos un debido funcionamiento cuando sea requerido. Se deberá preparar una tabla de lubricación para todo el equipo de la bomba.

Las medidas para cada pieza del equipo pueden ser obtenidas del fabricante y además seguir las indicaciones que prescriban.

Para evitar que se haga difícil el bombeo de lodos, será necesario siempre mantener limpios, tanto el canal como las tuberías. Esta limpieza se realiza mediante la inyección de agua en las mismas.

Periódicamente deberá verificarse el estado de todas y cada una de las partes de esta unidad de sedimentación y observar si existe desgaste, corrosión o rotura de ellas. De existir estas posibilidades, se deberán reparar o reponer dichas partes.

- Como medida de protección de las partes metálicas, se deberán aplicar una capa protectora de pintura anticorrosiva.
  
- Los residuos obtenidos en cada una de las unidades de tratamiento, serán transportados de los rellenos sanitarios para su eliminación, ya que esta fábrica no cuenta con los elementos, ni espacio para el tratamiento de éstos.
  
- La limpieza y mantenimiento del sedimentador y de los equipos se realizaría cada fin de semana, por no contrar con otra unidad de tratamiento.

## BIBLIOGRAFIA

- TRATAMIENTO DE DESAGUES  
QUIMICA INORGANICA  
REVISTA AIDIS N°3 (Enero 1962)  
TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS  
Y DESECHOS INDUSTRIALES  
DESAGUES INDUSTRIALES  
  
SANEAMIENTO DE LAS  
AGLOMERACIONES URBANAS  
PURIFICACION DE AGUA Y  
TRATAMIENTO DE REMOCION DE  
AGUAS RESIDUALES N° 2  
MECANICA DE FLUIDOS  
HIDRAULICA  
  
TRATAMIENTO DE DESAGUES  
  
CANALES DE ASBESTO CEMENTO  
PARTE I  
  
TRATAMIENTO DE RESIDUOS  
INDUSTRIALES  
MANUAL TECNICO DEL AGUA
- Rivas Mijares  
Pedro Mario Braile  
Alis, Doria.  
  
Barnes.  
Curso de Post Grado  
( U.N.I.Octubre 1969)  
  
A. Guerree.  
Gordon M. Fair  
John C. Geyer  
Daniel A. Okun  
Victor L. Streeter  
Curso 3er.Año  
(U.N.I. 1968) Facultad  
Ingeniería Sanitaria.  
Curso 10° Ciclo  
( U.N.I, 1971)  
  
C, Manuel Barahona C.  
( 1972 )  
Manual del Curso de  
Post Grado.Chile 1966,  
Degremont - 1973.

MANUAL DEL OPERADOR DE PLANTAS  
DE TRATAMIENTO DE LIQUIDOS  
CLOACALES

Organización Panamerii  
cana de la Salud.

MANUAL DE TRATAMIENTO DE  
AGUAS NEGRAS

Departamento de Sanidad  
del Estado de Nueva  
York.