Dimensionamiento del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales Industriales en la Industria de la Pintura

Silvia Guevara Gavilanes[1], Narcisa Parrales Baquerizo[2], Franklin Villamar Bajaña[3].

[1]Ingeniero Civil 2006
[2]Ingeniero Civil 2006
[3]Director de Tesis. Ingeniero Civil, Universidad Estatal de Guayaquil, 1994, Ingeniero Químico, Universidad Estatal de Guayaquil 1980, Profesor de Universidad Estatal desde 1990, Profesor de ESPOL desde 2002.

Resumen

Las aguas residuales en la Industria de la pintura son el conjunto de las aguas que son contaminadas durante su empleo en actividades de limpieza realizadas en el proceso de elaboración de las pinturas acuosas.

Para reparar esta alteración a la naturaleza aplicaremos sistemas de tratamientos de aguas donde se realiza distintos procesos necesarios para poder llegar al estado inicial del agua sin contaminación, los sistemas de tratamiento no hacen otra cosa que separar todos los contaminantes que se mezclaron con el agua en algún uso o actividad con el ser humano.

Los sistemas de tratamientos empleados en este trabajo se resumen en dos procesos primario y secundario en un sistema físico-químico, se toma los datos de la producción de una mediana empresa.

Los procesos en el tratamiento son sedimentación, floculación-sedimentación, Oxidación Biológica, Lecho de Secado de lodos. Mediante este tratamiento se obtiene un agua incolora ni contaminación de materia orgánica, apta para ser encausada en el alcantarillado público.

Palabras Claves: *Tratamiento de aguas residuales.*

Abstract

The residual waters in the Industry of the painting are the group of the waters that they are contaminated during their employment in activities of cleaning carried out in the process of elaboration of the watery paintings.
To repair this alteration to the nature we will apply systems of treatments of waters where she/he is carried out different necessary processes to be able to arrive to the initial state of the water without contamination, the treatment systems that makes it is to separate all the pollutants that mixed with the water in some use or activity with the human being.
The systems of treatments used in this work summary in two processes: primary and secondary in a physical-chemical system, takes the data of the production of a medium company.
The processes in the treatment are sedimentation, flocculation-sedimentation, Biological Oxidation, Channel of Drying of muds. By means of this treatment it is obtained an it dilutes colorless without contamination of organic matter, capable to be prosecuted in the public sewer system

1. Introducción

Una alternativa para el tratamiento de aguas residuales industriales es el proceso fisicoquímico. Consiste en remover con ayuda de coagulantes, los sólidos suspendidos o disueltos que poseen y de esta manera, la carga orgánica potencialmente peligrosa para la salud. Los productos de este tipo de tratamiento son aguas relativamente libres de materia orgánica y lodos no estabilizados que son la suma de la materia orgánica, suspendida y disuelta, removida del agua y los coagulantes añadidos.

La eficiencia de los procesos en general está en función de algunos pocos parámetros relacionados con: la turbiedad del agua, el coagulante utilizado, los tipos de flujo y los tiempos de retención de los reactores.
Los tratamientos fisicoquímicos pueden remover las cargas orgánicas de la fracción líquida de los desechos, pero aumenta el volumen de los lodos producidos. Estos lodos, no están estabilizados y poseen sustancias adicionales (coagulantes), lo que modifica su composición y por tanto sus posibles tratamientos

2. Objetivo

Como objetivo de este proyecto es dimensionar el Sistema de Tratamiento de aguas residuales en la industria de la pintura para proteger la calidad del medio ambiente.

3. Alcance del estudio

Mediante la recopilación de datos de la industria de la pintura se desarrollaran los cálculos que nos llevarán a una planta de tratamiento propuesta.

4. Antecedentes

Los datos con que se desarrolla este proyecto son obtenidos de una empresa mediana en condiciones normales de operación, en las que generalmente para este estudio se presenta picos máximos en la generación de efluentes.

La actividad industrial en la fabricación de pintura generan aguas residuales que contiene altas cargas de contaminantes tanto orgánicas como inorgánicas, así tenemos que los sólidos sedimentables se encontraran en medidas superiores a los 20 ml/l, lo cual obstruyen los colectores del alcantarillado público, también tenemos considerables cargas de materia orgánica expresada como DQO y DBO, las cuales deben ser removidas hasta los niveles indicados en la legislación vigente.

Los materiales o sustancias utilizadas en la elaboración de pinturas pueden agruparse en cuatro categorías de materias primas: pigmentos, aglutinantes, solventes y aditivos menores.

5. Contribución de caudal y masa contaminante

Para el desarrollo de la actividad industrial la empresa se abastece de agua potable de la red pública.

En vista de que el consumo de agua doméstica es mayor al industrial no se puede basar los cálculos de la planta de tratamiento al ochenta por ciento del consumo de agua como se suele hacer.

Las empresas de este tipo tienen un consumo promedio de 12.56 m^3/día.

6. Descripción del tratamiento propuesto

Selección de la alternativa más conveniente desde el punto de vista técnico económico y ambiental

De acuerdo al volumen, calidad y características físico-químicos del efluente industrial generado por la industria de la pintura se ha realizado la implementación del sistema de tratamiento de aguas residual con un sistema fisicoquímico.

El sistema antes mencionado consiste básicamente en una sedimentación primaria, un sistema de bombeo, floculación, sedimentación floculenta, aireación (oxidación biológica) y un secado de los lodos que se formen, se seleccionó este método de remoción de los contaminantes presentes, en función de que el principal parámetro que afecta la calidad del efluente, son los sólidos suspendidos, propios de este tipo de plantas de producción, los mismos que serán removidos mediante una floculación y luego la sedimentación, y si quedara algún remanente este serán minimizados mediante un tanque de aireación, con este método también son removidos los demás parámetros contaminantes.

Desde el punto de vista técnico-económico es un tratamiento de relativa facilidad en su operación y mantenimiento. Los costos de inversión son considerables pero tienen alta eficiencia de remoción (mayor al 90%). La planta consiste en aproximadamente 70% obras civiles y el 30% serán equipos y accesorios electromecánicos.

Desde el punto de vista ambiental podemos asegurar que el efluente tratado cumplirá con las normas de descarga al sistema de alcantarillado, establecidos en la Legislación Nacional, además este efluente tendrá una concentración de DBO de 150 mg/l, de sólidos suspendidos 50 mg/l, ausencia de aceites y grasas, y prácticamente cero color y cero turbiedad.

El tratamiento de aguas residual estará compuesto de las siguientes etapas:

1.- Sedimentación primaria.
2.- Trampa de flotantes.
3.- Sistema de bombeo.
4.- Coagulación-floculación
5.- Sedimentación floculenta
6.- Oxidación biológica.
7.- Secado de lodos. (Lecho de secado).

6.1. Sedimentación preliminar y trampa de flotantes

Esta operación se realizará en un tanque prismático rectangular, le antecede a esta unidad una rejilla para retener sólidos gruesos. El agua pasa por dos compartimentos que retienen los flotantes o natas, cual si fuera una trampa de grasa, así también retiene los sólidos sedimentables que se depositan en el fondo, los mismos que serán succionados por la bomba de lodos hacia el lecho de arena. Esta unidad también se le ha adaptado un vertedero para impedir el paso de sólidos a la estación de bombeo.

6.2. Estación de bombeo de líquido residual

Esta es una caja de hormigón situada debajo del nivel del piso, donde se reciben las aguas residuales, efluentes de la sedimentación preliminar, estará provista de dos bombas, las cuales impulsarán el agua residual hacia los tanques floculadores.

La estación también estará constituida por un conjunto de válvulas que serán operadas manualmente de acuerdo al fluido y a la unidad que se desea bombear.

6.3. Coagulación – floculación y sedimentación floculenta

Consistirá de dos unidades metálicas de forma cilíndrica con cono en el fondo, de acero al carbono de 6 mm de espesor, con una altura 3,2 m., con capacidad para 10 m^3, además estará provisto de un agitador mecánico con un motovariador de 1 HP con caja de velocidades variables de, 10-100 RPM. En estos equipos se llevará a cabo la coagulación y la floculación de los sólidos suspendidos mediante la adición de floculantes y agitación mecánica.

Estos tanques también funcionarán como sedimentadores, cuando se detiene la agitación lenta y se deja en reposo durante el tiempo mínimo que se ha determinado en pruebas de laboratorio.

6.4. Oxidación biológica

Consiste en un tanque circular de acero al carbono, de 6 mm de espesor, con una altura de 3.00 m y un diámetro de 2,00 m con capacidad de 10 m3; su base es de forma cónica que permite el retiro de los lodos del fondo, formados durante la oxidación de la materia orgánica. Posee difusores de tipo flauta en tuberías de hierro galvanizado de 2 pulgada de diámetro, colocados en el fondo del reactor, lo cual da excelentes resultados, en la difusión del aire en la masa líquida y evita la formación de grandes volúmenes de espumas

La función de esta parte del proceso consiste en remover parte de DBO y DQO a través de la aireación (oxidación) del agua por un cierto período de tiempo, con la ayuda además de una población bacteriológica generadas de la misma agua y a la cual por las características mecánicas del tanque permanece en la parte inferior del tanque, cuando eliminamos la aireación y deseamos retirar el sobrenadante tratado.

El procedimiento consiste en mantener durante 10 horas (tiempo de residencia mínimo, de lodos activados por aireación extendida) al agua clarificada proveniente de los sedimentadores, en proceso de aireación forzada por medios mecánicos, pasado dicho periodo se procede a enviar el sobrenadante hacia el sistema de alcantarillado pluvial del sector.

6.5 Lecho de secado de arena

Se construirán tanques de hormigón armado que en su interior contendrá agregados de diferentes tamaños, la arena con granulometría más fina se encontrará arriba y las piedras gruesas al fondo. Estará provisto de una tubería bajo dren de pvc de diámetro 4 pulgadas y con perforaciones de broca de 3/8 de pulgada para colectar el líquido percolado. El lecho de secado permitirá secar los lodos provenientes de la unidad de coagulación-floculación y de la sedimentación primaria, las tuberías de conducción de lodos serán de hierro galvanizado de 2 pulg. de diámetro, cada línea termina en un codo de 90°, el cuál se encuentra apoyado sobre un placa que amortigua la caída de lodos, además permite que se derrame sobre todo el lecho de secado y no exista amontonamientos localizados. El líquido percolado será enviado a la estación de bombeo de agua residual. El lodo (torta húmeda) será sometido a un reproceso para obtener pintura de bajo precio.

7. Especificaciones técnicas constructivas

El sistema de tratamiento adoptado, básicamente consiste en una sedimentación preliminar, trampa de flotantes, coagulación floculación, sedimentación floculenta, neutralización, secado de lodos (Lecho de secado) y estación de bombeo. Todas las unidades serán estructuras de hormigón, a excepción de la unidad de coagulación-floculación cuya estructura será metálica; todas las construcciones deberán ser ejecutadas de acuerdo a las especificaciones de los planos.

El hormigón utilizado debe ser de clase A cuya resistencia a los 28 días será de 210 Kg/cm2, será mezclado en las proporciones indicadas en el diseño, se protegerá debidamente de la acción del sol y se mantendrá mojado por un período de 10 días, utilizando para ello una manguera para rociarlo con agua; así mismo las partes que permanezcan con el encofrado, se deberán mantener húmedos para evitar la deshidratación del hormigón. Las barras de acero de refuerzo deben estar limpias sin materiales extraños hasta el momento de colocar el hormigón, cuidar de que estas no se desplacen utilizando para ellos amarres de alambres en todas sus intersecciones.

En todos los traslapes e intersecciones de continuidad de las barras se cuidaran de que existan por lo menos 30 veces el diámetro de la longitud de traslapes los cuales serán firmemente amarrados a las barras transversales. El refuerzo horizontal de paredes será traslapado, 30 veces el diámetro de la barra, con el refuerzo horizontal de la pared que intercepten. La armadura horizontal se colocará a 5 era libre (como mínimo), de la superficie de hormigón, en la losa del fondo tendrá un recubrimiento no menor a 8 cm. En las intercepciones de los muros y losas se deberá colocar un refuerzo adicional.

Se recomienda utilizar aditivos para hormigón que permitan la resistencia a las acciones fisicoquímicas es decir reducir la posibilidad de corrosión de las armaduras embebidas en el hormigón o mortero (aditivos inhibidores de corrosión de armaduras).

También deberán utilizarse otro tipo de aditivos que impidan o dificulten la reacción entre los áridos del hormigón con los ácidos o álcalis del agua residual.

Entre los aditivos que se pueden encontrar en el mercado y que cumplen con estos requisitos tenemos: ALTOCRETE DM el mismo que se agrega en el momento de la fundición del hormigón y que sirve para que la construcción resista el ataque químico, luego se procede a agregar un recubrimiento epóxico que puede ser SIKA GUARD 62 como refuerzo, en el mortero se recomienda agregar SIKA 1 que es un impermeabilizante, como protección del ataque de corrosión tenemos FERROGARD.

Para los trabajos de excavación se deberá tomar en cuenta dejar espacios libres para la circulación de trabajadores y maquinarias, así mismo, se debe considerar un bombeo continuo y un tabla estacado para evitar derrumbamiento de suelos blandos y las paredes laterales del patio de la planta. Para el caso de excavación en el tendido de tubería se deberá considerar zanjas de 0,60 m de ancho más el diámetro de la tubería y deberá estar sobre y recubierta con arena gruesa y luego relleno con cascajo fino húmedo compactado cada 0,15 m. Antes de proceder a la excavación se deberán tomar las medidas de seguridad a efecto de no dañar tendidos de líneas eléctricas ni afectar la integridad física de los trabajadores. Preferiblemente las excavaciones deberán realizarse a mano.

El sistema hidráulico y de bombeo, serán de las características indicadas en los planos, sin embargo, se podrán utilizar otros que disponga la Empresa en bodega, siempre y cuando se ajusten a las especificaciones.

La unidad de coagulación y floculación será de estructura de acero al carbono (planchas de acero negro) de 6 mm. de espesor. Será un tanque cilíndrico con el fondo cónico abierto y dotado con barandas de seguridad, y, con pasarelas metálicas para el desplazamiento del personal técnico que opere la unidad. Las dimensiones y detalles, para esta unidad, aparecen indicadas en los planos, las planchas que formaran parte de la estructura de la unidad deberán ser electro soldadas con electrodos C13 celulósico con cordones estándar continuos. Las planchas metálicas antes de ser soldadas deberán ser pintadas con pintura anticorrosivo tipo epóxica por dentro y por fuera deberá ser pintada con pintura anticorrosivo; también deberá repetirse la última mano de pintura al finalizar la construcción.

Las patas de los tanques metálicos deberán ser soldadas a una plancha metálica cuadrada de 0,25 m por lado y un espesor de 6 mm. la cuál estará empernada en las 4 esquinas y en el punto medio de armado de 0,30m. por 0,30 m.

Nota: Cuando la producción de agua residual aumenta deberá aumentar el volumen de líquido desalojado.

Cuando disminuya se disminuirán la frecuencia de desalojo.

8. Manual de operación y mantenimiento de control.

El mantenimiento de los equipos deberá incluirse en la programación del departamento de mantenimiento. La frecuencia con la cual deben inspeccionarse los equipos depende de las condiciones de operación de cada planta y no pueden darse reglas fijas. Sin embargo se resumen enseguida algunas recomendaciones de carácter general:

El operador de la planta deberá inspeccionar visualmente todas las unidades del sistema de tratamiento, así como las instalaciones eléctricas, hidráulicas y electromecánicas al iniciar un nuevo día de producción.

La inspección anterior se la realizará con el propósito de verificar, volumen de agua residual a tratar contenida en los floculadores, disponibilidad de volumen para recibir agua residual nueva, volumen de agua clarificada, funcionamiento del aireador, buen suministro de aire, olor y color del agua aireada, remoción de torta del lecho de secado y necesidad de remoción de lodos.

Es importante resaltar que el mantenimiento adecuado de cada una de las partes del sistema, así como las pruebas de laboratorio son factores determinantes de la eficiencia entregada por el sistema.

Cuando exista agua tratada (clarificada) se deberá enviar al tanque aireador, el volumen equivalente al que previamente fue desalojado de este mismo tanque.

Para desalojar el líquido del tanque aireador se deberá eliminar la aireación y esperar por lo menos una hora que se sedimente los lodos activados. Se debe desalojar este líquido clarificado hacia el filtro de arena.

Cuando la estación de bombeo este llena o reciba agua residual bombear hacia los tanques de floculación.

Cuando el tanque floculador se encuentre lleno se prende el motor a 80 rpm durante 10 min, para tomar una muestra homogenizada de aproximadamente 8 litros.

Con la muestra anterior se deberá realizar en el laboratorio ensayo de floculación (prueba de jarras), para obtener la dosificación óptima de químicos y las condiciones de operación a escala real, en los floculadores.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la prueba de jarras, se agregan los químicos, se aplica mezcla rápida, luego agitación lenta en el tiempo señalado por la prueba de jarra y después se apaga el motor, dejamos en reposo durante 6 horas como mínimo, para la sedimentación de flocs.

Los lodos del floculador se podrán reutilizar hasta tres veces como ayudantes de coagulación, después de esto se deberán desalojar a los lechos de secado.

Los lodos de los sedimentadores primarios y de la trampa de flotantes deberán desalojarse con una frecuencia quincenal como máximo, hacia los lechos de secado.

La torta húmeda de los lechos de secado se deberá retirar con herramientas manuales y disponerlo en tanques para enviarlos al reproceso. El tiempo de secado puede ser de aproximadamente una semana dependiendo del espesor de la torta y de las condiciones climáticas.

Los lechos de secado deben recibir un mantenimiento cuidadoso en lo referente a la arena. Se deberá reemplazar la arena que se arrastran o se adhieren a la torta húmeda, evitando que se vean los ladrillos de soporte. La frecuencia de esta operación estará en función del uso de los lechos de secado, pero puede ser mensual.

Los tanques sedimentadores deben limpiarse alternativamente con una frecuencia quincenal (debe revisarse la frecuencia para cada caso en particular), el procedimiento de limpieza consistirá en el bombeo de los sólidos directamente hacia los lechos de secado.

Los tanques metálicos se los deberá lavar cada 3 meses, para ello deberán ser vaciados y luego rasqueteados con cepillos de cerdas plásticas rígidas y luego enjuagar con abundante agua potable. Se recomienda pintar cada año.

Al tanque de aireación se deberá dar mantenimiento cada año, para ello se deberá trasladar el agua con biomasa a otro tanque teniendo cuidado de no interrumpir la aireación, se deberán realizar las instalaciones provisionales hasta que dure el mantenimiento, luego de lo cual se regresara el agua y las instalaciones a las condiciones normales.

Todos los tanques metálicos se los deberá pintar cada año.

Es importante resaltar que el mantenimiento adecuado de cada una de las partes del sistema, así como las pruebas de laboratorio de las muestras en cada descarga de agua hacia la planta, son factores determinantes de la eficiencia de remoción del sistema.

Las áreas circundantes a la planta de tratamiento se deberán seguir conservando limpia y adecentada como un área verde.

Los tanques sedimentadores deben limpiarse alternativamente con una frecuencia quincenal (debe revisarse la frecuencia para cada caso en particular), el procedimiento de limpieza consistirá en el bombeo de los sólidos directamente hacia los lechos de secado.

8.1 Programa de medición de caudales y análisis de parámetros para el control de la calidad de efluentes

El manual de operación es propuesto por esta consultora a manera de sugerencia, con la finalidad de que la operación y el mantenimiento de la futura planta que se ha diseñado, cumpla con los requerimientos de remoción de contaminantes hasta niveles aceptado por las normas de descargas exigidas por la legislación vigente.

El operador de la planta deberá inspeccionar visualmente todas las unidades del sistema de tratamiento, así como las instalaciones eléctricas, hidráulicas y electromecánicas antes de iniciar un nuevo batch.

La inspección anterior se la realizará con el propósito de verificar, volumen de agua residual a tratar contenida en el tanque floculador, disponibilidad de volumen para recibir agua residual nueva, volumen de agua clarificada, remoción de torta del lecho de secado y necesidad de remoción de lodos.

Cuando exista agua tratada (clarificado en el tanque) se deberá enviar a la descarga final.

Inspeccionar visualmente todos los días, o con la frecuencia que esté en relación con la producción, la unidad de sedimentación primaria y el cárcamo de bombeo de aguas residuales industriales sedimentadas, cuando esté operando manualmente.

Cuando exista suficiente agua residual en la unidad de sedimentación preliminar y en el cárcamo de bombeo, se bombeará hacia el tanque floculador desocupado desde la estación de bombeo, operación que puede ser automática.

Para recibir agua residual del cárcamo debemos tener vacío uno de los tanques floculadores, cuyos lodos deberán ser evacuados hacía los lechos de secado.

Para desalojar los lodos de la unidad de sedimentación primaria y/o del tanque floculador que esté operando, esperar como mínimo cuatro horas para que se sedimenten los sólidos en la unidad de sedimentación primaria y los flocs en el tanque que está en operación, accionar la bomba que desalojará los lodos hacia el lecho de secado.

Cuando uno de los tanques floculadores se encuentre lleno se prende el motor a 80 r.p.m. Durante 10 min para tomar una muestra homogeneizada de aproximadamente 8 litros.

Con la muestra anterior se deberá realizar en el laboratorio el ensayo de floculación (prueba de jarras), para obtener la dosificación óptima de químicos y las condiciones de operación a escala real, en los floculadotes.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la prueba de jarras, se agregan los químicos, se aplica mezcla rápida, luego agitación lenta en el tiempo señalado por la prueba de jarra y después se apaga el motor, dejar en reposo durante 6 horas como mínimo, para la sedimentación de flocs.

Descripción de los puntos de muestreo:
Agua cruda, al ingreso del sistema de tratamiento.
Afluente del floculador.
Efluente del floculador.
Efluente tratado del reactor biológico.

El mantenimiento físico, eléctrico y mecánico del sistema debe incluirse dentro del programa general de la empresa.

9. Presupuesto

Una planta de tratamiento de estas características tendrá un costo referencial de aproximadamente cuarenta y seis mil dólares

10. Conclusiones y recomendaciones

Mediante el desarrollo del presente trabajo se ha establecido que las empresas de pintura genera un pequeño caudal de aguas residuales en sus procesos y operaciones industriales las cuales se producen por la limpieza de equipos y accesorios, contienen sustancias que deben ser removidas mediante el tratamiento físico-químicos y biológico, a efecto de cumplir con la legislación ambiental vigente en nuestro medio.

La planta de tratamiento de las aguas residuales propuesta y descrita en capítulos anteriores, remueve sólidos suspendidos, DBO y otros contaminantes en porcentajes de remoción superiores a los indicados en la legislación vigente en el Ecuador. Todas las unidades operan eficientemente y utilizan las operaciones y procesos aplicables a este tipo de agua- Se puede notar que el tratamiento empieza con la remoción de los sólidos discretos en un sedimentador primario, luego la retención de películas flotantes, después una precipitación química, seguida por una sedimentación, oxidación biológica y finalmente el tratamiento de los lodos formados.

Además se debe apuntar al proceso de desarrollo de mejoramiento de la calidad en la producción y al tratamiento de sus residuos.

El problema reside en que se necesita capital para poder cumplir con todas las normas establecidas, el cual no se encuentra disponible a causa de la situación económica del país.

Una solución seria implementar la unión de pequeñas empresas, las cuales conjuntamente tratarían sus desechos, lo que abarataría los costos.

Es fundamental para proyectos futuros asegurarse que el presupuesto sea suficiente para el caudal a tratar y la remoción exigida, que incluye diseño, construcción, montajes y puesta en operación, pero también jardinización, control de olores y valorización de los subproductos

11. Agradecimientos

En forma muy especial al Ing. Franklin Villamar quien nos brindo todas las facilidades y su dedicación para la culminación de esta tesis.

12. Referencias

[1] R.S. Ramalho. **Tratamiento de Aguas Residuales** Editorial Reverte S.A. 1991.
[2] Mtcalflf- Eddy. **Ingeniería de Aguas Residuales Tratamiento, Vertido y reutilización, Volumen I y II.** Tercera edición 1998, Tomo I y II, Editorial Mc Graw Hill.
[3] Nalco - Chemical. **Manual del Agua, Su Naturaleza, Tratamiento y Aplicaciones.** Primera Edición 1989, Editorial: McGraw Hill.
[4] Universidad Nacional Autonoma de México, Colegio de Ingeniería Civiles del Guayas. **VI Jornada de Ingeniería Civil, Curso de Tratamiento de Aguas Residuales.** Junio 9-23, 1979, Editorial: s.e.
[5] Eklun Carl W. **Manejo de Aguas Residuales.** USA 1994
[6] Nemerow; Nelson L. **Aguas Residuales Industriales, Teorías y Aplicaciones y Tratamiento,** Primera Edición 1977, Editorial: H. BLUME
[7] Registro Oficial # 265 del martes 13 de febrero del 200