



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA

**“REUTILIZACION DEL AGUA RESIDUAL DE LAS RESINAS
POLIESTER, ALQUIDICAS Y UREA FORMALDEHIDO PARA LA
FABRICACION DE PINTURA BASE AGUA (LATEX).”**

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del título de:

INGENIERO QUÍMICO

MARÍA GRACIA GÓMEZ BOSSANO

Riobamba*Ecuador

2010

En primer lugar agradezco a Dios, por haber guiado mis pasos hasta esta etapa tan importante para mi vida tanto profesional como personal.

Agradezco también a mi Madre y mi hermana Solecito, que han sido un apoyo incondicional y el pilar fundamental, para llegar a ser la persona que hoy soy, Quiero agradecer a la prestigiosa empresa Pinturas Cóndor S.A que auspicio esta investigación.

De igual manera a mi Director de Tesis Ing. César Ávalos, y a la Dra. Olga Lucero, quienes aportaron para la culminación de este trabajo de investigación.

De igual manera a mis queridos amigos Raúl y Carolina porque me acompañaron y conté con ellos siempre. A todos por el apoyo brindado en mis estudios universitarios, haciendo posible la terminación de mi carrera profesional.

| NOMBRE | FIRMA | FECHA |
|---|--------------|--------------|
| Dr. Yolanda Díaz DECANA FAC. CIENCIAS. | ----- | ----- |
| Ing. Mario Villacrés. DIRECTOR DE ESCUELA. | ----- | ----- |
| Ing. César Ávalos DIRECTOR DE TESIS. | ----- | ----- |
| Dra. Olga Lucero MIEMBRO DE TRIBUNAL. | ----- | ----- |
| Sr. Carlos Rodríguez DIRECTOR DEL CENTRO DE DOCUMENTACION. | ----- | ----- |
| NOTA DE LA TESIS. | ----- | ----- |

“Yo, María Gracia Gómez Bossano soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta Tesis, y el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado pertenecen a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo”.

MARÍA GRACIA GÓMEZ BOSSANO

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

| | |
|------------------|--|
| C | Grado centígrados |
| COT | Carbón Orgánico Total |
| CO ₂ | Dióxido de Carbono |
| DE | Desviación Estándar |
| DBO | Demanda Bioquímica de Oxígeno |
| DQO | Demanda Química de Oxígeno |
| cm ³ | Centímetros Cúbicos |
| g | Gramo |
| g/m ³ | Gramo por metro cubico |
| H | Horas |
| mg/l | Miligramos por litro |
| ml | Mililitros |
| MTE | Método técnico |
| Muestra A | Muestra de agua residual de la resina poliéster. |
| Muestra B | Muestra de agua residual de la resina alquídica. |
| Muestra C | Muestra de agua residual de la resina urea formaldehido. |
| NaOH | Hidróxido de sodio |
| NS | mils |
| NKT | Nitrógeno Total Kjeldahl |
| NTE | Norma Técnica Ecuatoriana |
| ODF | Oxígeno disuelto formado |
| pH | Potencial de hidrógeno |
| Ppm | Partes por millón |
| RPM | Revoluciones por minuto |
| % | Porcentaje |
| S.A | Sociedad Anónima |
| SST | Sólidos en Suspensión Totales |
| ton | Toneladas |
| µm | Micrómetros |
| µl | Microlitro |
| UV | Ultra Violeta |

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|--------------------|-----|
| | Pp: |
| RESUMEN | |
| SUMARY | |
| INTRODUCCIÓN..... | I |
| ANTECEDENTES..... | II |
| JUSTIFICACIÓN..... | III |
| OBJETIVOS..... | IV |

CAPITULO I MARCO TEÓRICO

| | |
|---|-----|
| | Pp: |
| 1. Marco teórico..... | 1 |
| 1.1 Generalidades del agua..... | 1 |
| 1.1.1 Aguas residuales..... | 2 |
| 1.1.2 Tipos de contaminación..... | 3 |
| 1.1.2.1 Contaminación física..... | 3 |
| 1.1.2.2 Contaminación química..... | 3 |
| 1.1.2.3 Contaminación por agentes bióticos..... | 4 |
| 1.1.3 Aguas residuales industriales..... | 4 |
| 1.1.3.1 Características de las aguas residuales..... | 5 |
| 1.1.3.1.1 Características físicas..... | 5 |
| 1.1.3.1.2 Características químicas..... | 5 |
| 1.1.3.1.3 Características biológicas..... | 5 |
| 1.1.3.1.4 Contenido en partículas radioactivas..... | 6 |
| 1.1.4 Principales parámetros..... | 6 |
| 1.1.5 Tratamiento para el agua residual..... | 7 |
| 1.1.5.1 Aireación..... | 7 |
| 1.1.5.2 Oxidación Química..... | 7 |
| 1.1.6 Reutilización..... | 8 |
| 1.1.6.1 Reutilización de aguas residuales..... | 8 |
| 1.1.6.1.1 Tipos y aplicaciones de las aguas residuales regeneradas..... | 9 |
| 1.2 Pintura..... | 10 |
| 1.2.1 Definición..... | 10 |
| 1.2.2 Antecedentes de producción..... | 10 |
| 1.2.2.1 Materias Primas..... | 12 |
| 1.2.2.1.1 Pigmentos..... | 12 |
| 1.2.2.1.1.1 Propiedades..... | 12 |
| 1.2.2.1.1.2 Tipos de Pigmentos..... | 14 |
| 1.2.2.1.1.3 Selección de los pigmentos..... | 15 |
| 1.2.2.1.1.4 Dispersión de los Pigmentos en la Pintura..... | 16 |
| 1.2.2.1.2 Resina..... | 17 |
| 1.2.2.1.2.1 Clasificación..... | 18 |
| 1.2.2.1.3 Solventes..... | 19 |
| 1.2.2.1.3.1 Clasificación de los solventes..... | 19 |
| 1.2.2.1.4 Aditivos..... | 21 |
| 1.3 Proceso de producción..... | 23 |
| 1.3.1 Pinturas en base de agua..... | 23 |

| | | |
|-----------|--|-----|
| 1.3.2 | Pinturas en base solvente..... | 24 |
| | | Pp: |
| 1.3.3.1 | Dispersión..... | 27 |
| 1.3.3.2 | Estabilización..... | 28 |
| 1.3.3.2.1 | Estabilización de carga..... | 29 |
| 1.3.3.2.2 | Estabilización estérica..... | 29 |
| 1.3.3.3 | Concepto de mojabilidad..... | 30 |
| 1.3.3.4 | Molienda..... | 32 |
| 1.3.3.5 | Mezclado..... | 32 |
| 1.3.3.6 | Filtración y Envasado..... | 34 |
| 1.4 | Resinas Fabricadas en Pinturas Cóndor..... | 34 |
| 1.4.1 | Tipos de resinas..... | 35 |
| 1.4.1.1 | Resinas Alquílicas..... | 35 |
| 1.4.1.2 | Resinas Poliéster..... | 35 |
| 1.4.1.3 | Resinas Vinílicas..... | 35 |
| 1.4.1.4 | Resinas de Urea Formaldehido..... | 36 |
| 1.4.1.4.1 | Tipos de resinas de Urea Formaldehido..... | 36 |
| 1.4.2 | Materias Primas..... | 36 |

CAPITULO II

PARTE EXPERIMENTAL

| | | | |
|-----------|--|-----|----|
| 2. | Parte experimental..... | Pp: | 37 |
| 2.1 | Localización de la investigación..... | 37 | |
| 2.1.1 | Materiales y aditivos..... | 37 | |
| 2.2 | Muestreo..... | 38 | |
| 2.2.1 | Toma de muestras..... | 38 | |
| 2.3 | Métodos..... | 40 | |
| 2.4 | Técnicas..... | 40 | |
| 2.4.1 | Primera fase..... | 40 | |
| 2.4.1.1 | Aguas residuales a analizar..... | 40 | |
| 2.4.1.1.1 | Determinación del pH..... | 41 | |
| 2.4.1.1.2 | Determinación del DBO..... | 43 | |
| 2.4.1.1.3 | Determinación del DQO..... | 44 | |
| 2.4.1.1.4 | Determinación del formol libre..... | 46 | |
| 2.4.1.1.5 | Determinación de Isobutanol..... | 47 | |
| 2.4.2 | Segunda fase..... | 48 | |
| 2.4.2.1 | Fabricación de Pintura..... | 48 | |
| 2.4.2.2 | Determinación de los Parámetros de Control de Calidad y Especificaciones Técnicas..... | 50 | |
| 2.4.2.2.1 | Determinación de la viscosidad..... | 50 | |
| 2.4.2.2.2 | Determinación de la densidad (Método copa peso por galón)..... | 51 | |
| 2.4.2.2.3 | Determinación de la limpieza de un producto..... | 52 | |
| 2.4.2.2.4 | Determinación de la finura de dispersión..... | 53 | |
| 2.4.2.2.5 | Determinación de la porosidad..... | 54 | |
| 2.4.2.2.6 | Determinación del color y brillo en pinturas método visual..... | 55 | |
| 2.4.2.2.7 | Determinación a la resistencia a la abrasión húmeda (restregado)... | 57 | |
| 2.4.2.2.8 | Determinación de la estabilidad de la pintura como producto acabado. | 60 | |

| | | |
|-------|---------------------------|----|
| 2.5 | Datos experimentales..... | 61 |
| 2.5.1 | Primera fase..... | 61 |
| 2.5.2 | Segunda fase..... | 63 |

CAPITULO III CÁLCULOS Y RESULTADOS

| | | |
|-------|--|-----|
| | | Pp: |
| 3.1 | Cálculos y resultados | 64 |
| 3.1.1 | Cálculos Primera Fase..... | 64 |
| 3.1.2 | Resultados Primera Fase..... | 64 |
| 3.2 | Fabricación de pintura con diferentes porcentajes de agua..... | 66 |
| 3.2.1 | Resultados de la Segunda Fase..... | 66 |

CAPITULO IV ANÁLISIS DE RESULTADOS

| | | |
|-----|----------------------------------|-----|
| | | Pp: |
| 4 | Análisis de resultados..... | 71 |
| 4.1 | Primera fase..... | 71 |
| 4.2 | Segunda fase..... | 76 |
| 4.3 | Discusión de los resultados..... | 76 |

CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

| | | |
|-----|-------------------------------------|-----|
| | | Pp: |
| 5 | Conclusiones y Recomendaciones..... | 78 |
| 5.1 | Conclusiones..... | 78 |
| 5.2 | Recomendaciones..... | 80 |
| | Bibliografía | |
| | Anexos | |

INDICE DE TABLAS

| TABLA | | Pp: |
|-----------|---|-----|
| 1.3.3-1 | Parámetros de control de calidad en pintura acuosa (látex)..... | 33 |
| 2.4.1.1-1 | Pruebas a realizar en el agua tratada..... | 41 |
| 2.5.1-1 | Parámetros físico-químicos iniciales del agua residual..... | 61 |
| 2.5.1-2 | Ensayos para disminuir el formol libre..... | 61 |
| 2.5.1-3 | Tiempo de aireación con adición de peróxido de hidrogeno..... | 62 |
| 2.5.2-1 | Porcentaje de participación del agua residual en la pintura..... | 62 |
| 2.5.2-2 | Parámetros de calidad y especificaciones técnicas de la pintura... | 63 |
| 3.1.1-1 | Caracterización físico química..... | 64 |
| 3.1.2-1 | Agua con aireación de 24 horas..... | 65 |
| 3.1.2-2 | Agua con aireación de 48 horas..... | 65 |
| 3.1.2-3 | Agua con aireación de 72 horas..... | 65 |
| 3.1.2-4 | Agua con aireación de 96 horas..... | 65 |
| 3.2-1 | Especificaciones técnicas y parámetros de calidad de la pintura elaborada con el agua residual con tiempo de aireación de 24 horas... | 67 |
| 3.2-2 | Especificaciones técnicas y parámetros de calidad de la pintura elaborada con el agua residual con tiempo de aireación de 48 horas... | 68 |
| 3.2-3 | Especificaciones técnicas y parámetros de calidad de la pintura elaborada con el agua residual con tiempo de aireación de 72 horas... | 69 |
| 3.2-4 | Especificaciones técnicas y parámetros de calidad de la pintura elaborada con el agua residual con tiempo de aireación de 96 horas... | 70 |
| 4.1-1 | Variación del pH versus el tiempo de aireación..... | 71 |
| 4.1-2 | Variación del DQO versus el tiempo de aireación..... | 72 |
| 4.1-3 | Variación del DBO versus el tiempo de aireación..... | 73 |
| 4.1-4 | Variación del % de Formol libre versus el tiempo de aireación..... | 74 |
| 4.1-5 | Variación del Isobutanol versus el tiempo de aireación..... | 75 |

INDICE DE GRÁFICOS

| GRAFICO | | Pp: |
|---------|---|-----|
| 4.1.1-1 | Variación del pH vs tiempo de aireación..... | 71 |
| 4.1.1-2 | Variación del DQO vs tiempo de aireación..... | 72 |
| 4.1.1-3 | Variación del DBO vs tiempo de aireación..... | 73 |
| 4-1.1-4 | Variación del % de Formol libre vs tiempo de aireación..... | 74 |
| 4.1.1-5 | Variación de la concentración de isobutanol vs tiempo de aireación..... | 75 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| FIGURA | | Pp: |
|---------------|--|-----|
| 1.2.1-1 | Pintura acuosa Fabricada en Pinturas Cóndor..... | 10 |
| 1.2.2-1 | Planta de Producción de Pinturas..... | 11 |
| 1.2.2.1.1-1 | Pigmentos..... | 12 |
| 1.2.2.1.1.1-1 | Refracción de luz en película aplicada..... | 13 |
| 1.2.2.1.1.4-1 | Fase de Dispersión..... | 16 |
| 1.2.2.1.2-1 | Representación grafica de la fabricación de la resina..... | 17 |
| 1.2.2.1.3-1 | Clasificación de solventes por compatibilidad con la resina..... | 20 |
| 1.2.2.1.3-2 | Clasificación de solventes por su composición química..... | 21 |
| 1.3.3-1 | Diagrama del Proceso de Fabricación de pintura..... | 27 |
| 1.3.3.2.2-1 | Calculo del modulo de Cizallamiento..... | 30 |
| 1.3.3.3-1 | Calculo del ángulo de contacto..... | 31 |
| 1.3.3.6-1 | Fabricación de Pintura..... | 34 |

RESUMEN

En el presente trabajo se estudió la reutilización de las aguas residuales de las resinas alquídica, poliéster y urea formaldehído en la fabricación de pinturas base agua (látex) con tratamientos de aireación y oxidación con la finalidad de minimizar los niveles de contaminación tales como la presencia de compuestos orgánicos (glicoles, formaldehído, anhídrido ftálico), disminuir los niveles de DQO y DBO, nivelar el pH para que sea el apto, de tal manera que se pueda determinar la cantidad de agua que se puede reutilizar sin alterar las propiedades de calidad de la pintura.

Los ensayos se realizaron con la mezcla de las aguas residuales resultantes de los procesos de fabricación de los tres tipos de resinas como son las alquídicas, poliéster y urea formaldehído sometidos a diferentes tiempos de aireación comenzando con 24 horas, 48 horas, 72 horas y 96 horas adicionando 0,1 por ciento de agua oxigenada para acelerar el proceso de oxidación, además de adicionar sosa caustica para estabilizar el pH. Luego reemplazando en la formulación de pintura porcentajes de 5, 10, 15, 20, 30 del total que lleva el proceso de fabricación verificando que no se altere ninguna de las propiedades de la pintura que están establecidas como parámetros de calidad, como son viscosidad que se encuentra en rango de 118-125 KU, cubrimiento en carta, limpieza, blancura, olor que deben ser igual al estándar, resistencia al restregado que según la norma debe ser mínimo 500 ciclos y debe permanecer estable.

Antes de realizar la fabricación de la pintura se realizó un análisis del agua donde se verificó la disminución del formaldehído presente en el agua, así como el isobutanol, además de que se redujo en un 90% el DQO y DBO y se estabilizó el pH en un rango de 7 a 8.

Con la realización de esta investigación se logró determinar que es posible la reutilización del 20% de esta agua en la formulación de la pintura verificando que no existió ninguna alteración de las propiedades de la pintura, ni emanación de olor desagradable en el momento de su aplicación.

Con la reutilización del agua residual se disminuirán los costos que representan la incineración de estas aguas, que comprenden alrededor de 100000 dólares al año, así como se logrará mantener la política establecida por Pinturas Cóndor que es la de "Brindar productos que cumplan con los parámetros de calidad que satisfagan al cliente,

cuidando al medio ambiente, cumpliendo con la normativa ambiental, también velando por la salud y seguridad ocupacional de sus trabajadores”.

SUMMARY

In the following work, it is studied the reuse of sewage of the alquídica, polyester and formaldehído urea resin in the manufacturing of water-colors (látex) with treatment of air, oxidize, with the aim to play down the levies of pollution such us the presence of organic compositions "(glycols, formaldehído, itálico anhydride)", reducing the levies of DQE, and DBO, to balance the pH, on this way it is possible to determine the quantity of water to be used without altering the properties and quality of the water-color.

The tests were done by mixing the sewage which was gotten from the manufacturing process from the three types of resins such us: alquídicas, polyester and formaldehído urea, which were treated to different air times starting with 24 hours, 48 hours, 72 hours and 96 hours, adding 0,1% of oxygenated water to accelerate the oxidation process, moreover of adding sosa caustic to establish the pH. Then replacing in the formulation of water colors percentages of 5, 10, 15, 20, 30 of the total quantity of the manufacturing process, verifying that any of the properties got alterations of color-water which are already established as quality parameters, as viscosity in the rank 118-125 KU, covering in the table, cleanliness, whiteness, smell, which need to be the same to the general standards, resistance to the rubbing hard that according to the rule which needs to be with a minimum of a 599 cycles and needs to be stable.

Before of developing the manufacturing of the water-color, an analysis of water was done, where the reduction of formaldehído was verified in the water, in addition the isobutanol, moreover the DQO and DBO were reduced to the 90% and the pH was balanced in a rank of 7 to 8.

With the development of this research, is determined that it is possible to reduce the 20% of this water in the formulation of water-color, verifying that there was not alteration of the properties in the water-color, as well as, at the moment of its application there is not the emanation of any unpleasant smell.

With the use of sewage, the costs of incineration of this water are reduced, which are about 100000 dollars in a year, as well as to keep the established politics of Cóndor water-colors which is to provide products with parameters of quality, that satisfy to the clients, taking care the environment, and observing the environment regulations in addition taking care the health and occupational security of their workers.

INTRODUCCIÓN

Pintura Cóndor fue puesta en marcha en el año de 1938, siendo una empresa líder en el mercado ecuatoriano de pinturas y afines con una experiencia de 70 años, posee cuatro plantas: Pinturas, Masillas, Resinas y Diluyentes, con estas plantas se da inicio a un proceso de sustitución de importaciones de materias primas, La compañía cuenta con cuatro laboratorios, Laboratorio de Investigación y Desarrollo de nuevos productos tanto para pinturas como resina, Laboratorio de Producción que realiza controles de fase y de productos intermedios, y el Laboratorio de Aseguramiento de Calidad donde se realiza el análisis y control de materias primas y producto terminado, esto con el propósito de obtener mejores resultados y sobretodo satisfacer las necesidades del cliente.

Es por esto que Pinturas Cóndor nunca cesa de crecer buscando siempre la mejora de sus procesos y productos. En la actualidad su producción en el caso de la pintura acuosa (látex) es alrededor de 150000 lt semanal.

El estudio consiste en la reutilización del agua residual del proceso de fabricación de resinas para la producción de pintura acuosa (látex), este comienza primeramente con un tratamiento de aeración por tiempos de 24, 48,72 y 96 horas, adicionando 0,1 % de agua oxigenada para acelerar el proceso de oxidación y estabilizando el pH con la adición de sosa caustica hasta encontrar el tiempo optimo al que el agua va estar sometida, para lo cual se tomaran muestras en cada uno de estos tiempos a las cuales se les hará el respectivo análisis y luego y se elaborar pintura a diferentes concentraciones comenzando con el 5, 15, 20, 25 y 30 por ciento para determinar si no existe ningún tipo de alteración en las propiedades que determinan la calidad de la misma.

Pichincha provincia de Ecuador, en el centro norte del país, es una de las diez que forman la región de la Sierra. Limita al norte con las de Esmeraldas e Imbabura, al oeste con la de Manabí, al este con las de Napo y Sucumbíos, y al sur con las de Cotopaxi y Los Ríos. El relieve viene determinado por diversas estribaciones secundarias y valles, que pierden altura hacia la costa; la cordillera Occidental, el surco interandino y una pequeña zona de la cordillera Oriental. La zona occidental es canalizada por los ríos Guayllabamba, Blanco y Palenque.

Quito, ciudad del norte de Ecuador, capital de la república y de la provincia de Pichincha. Está situada a 2.850 m de altitud, en las faldas del volcán Pichincha, que se alza en un estrecho y fértil valle andino. Pese a la altitud, su posición geográfica con respecto a la línea ecuatorial hace que el clima sea agradablemente moderado. Tiene una pequeña industria pesada. Su principal producción se centra en la industria de cemento, textil y alimentaria, así como en la elaboración de bebidas, artículos de cuero, muebles y artesanía en oro y plata. La ciudad está comunicada con la costa del Pacífico por carretera y por una línea ferroviaria (abierta en 1908), además de encontrarse junto a la carretera Panamericana que la comunica con otros países situados al norte y sur de Ecuador.

La empresa Pinturas Cóndor S.A. se encuentra ubicada al sur de la ciudad de Quito en las calles Cusubamba y Manglar Alto sector Guajaló, cuenta con tres líneas de producción como son: Pinturas base Agua (línea Arquitectónica) y Pintura base solvente (línea Metal mecánica, Madera, Repinte automotriz e Industrial), Diluyentes y Resinas. Es pionera en implementar sistemas de calidad, seguridad y ambiente, la organización siempre ha estado pensando en cuidar el aire, suelo y agua, en 1999 implementa una planta de tratamiento de aguas residuales de la fabricación de pinturas a base agua, resinas vinílicas con etapas de cribado, homogenización, floculación, sedimentación, aeración, hasta que en el 2000 se incorpora el proceso de bio tratamiento y ozonificación, el resultado de este proceso es el agua con características inferiores a las ordenanzas establecidas por el Distrito Metropolitano de Quito.

Pese a contar con una planta de tratamiento de aguas, esto no ha sido suficiente para tratar los residuos líquidos que se generan en la producción de Resinas debido a que esta agua contienen una gran carga contaminante la cual imposibilita su tratamiento en una forma convencional, por lo que se ha visto la necesidad de estudiar la posibilidad de reutilizar estas aguas en la línea de producción de pinturas base agua.

Estudios realizados anteriormente han determinado un porcentaje de participación mínimo de estas aguas, y con el inconveniente de que una vez fabricada la pintura se receptaron una serie de reclamos ya que presentaba una emanación de olores desagradables debido a la presencia de formol e isobutanol que contiene el agua de reacción de las resinas.

JUSTIFICACIÓN

Las aguas residuales generadas por las industrias en el Ecuador presentan niveles elevados de contaminación, en el caso de Pinturas Cóndor ha sido uno de los principales problemas a los que se ha enfrentado durante los últimos años.

La municipalidad de Quito en base a las regulaciones y normativas ambientales ha exigido una mejor disposición final para los residuos que se producen, por lo que Pinturas Cóndor se ha visto en la necesidad de implantar sistemas de tratamiento que son muy costosos con el fin de descargar estas aguas con los niveles aceptables de contaminación para que de este modo no sean nocivos para el ambiente.

Debido a que en la actualidad Pinturas Cóndor incinera casi en su totalidad sus residuos incluyendo los líquidos que representan un 70% del total, los costos son de 100.000 dólares anuales aproximadamente, y se pretende estudiar la posibilidad de la reutilización de dichas aguas.

Al reutilizar estas aguas generadas en los distintos procesos permitirá reducir los costos que se producen para su tratamiento y eliminación obteniendo un producto fabricado que cumple con los estándares de calidad.

OBJETIVOS

GENERAL

- ✓ Reutilizar el agua residual de las resinas poliéster, alquídicas y urea formaldehído para la fabricación de pintura base agua.

ESPECIFICOS

- ✓ Diagnosticar el volumen de agua que se genera en la planta.
- ✓ Realizar la caracterización físico – química del agua.
- ✓ Establecer el tratamiento adecuado para el agua residual.
- ✓ Determinar el porcentaje óptimo de participación del agua en la formulación del producto.
- ✓ Elaborar pintura con la participación del agua residual tratada.
- ✓ Efectuar los ensayos para determinar si la pintura fabricada cumple con los estándares de calidad.

CAPÍTULO I

MARCO TEORICO

1. MARCO TEÓRICO

1.1. GENERALIDADES SOBRE EL AGUA

“El agua es uno de los recursos naturales más fundamentales, y junto con el aire, la tierra y la energía constituye los cuatro recursos básicos en que se apoya el desarrollo.

La importancia de la calidad del agua ha tenido un lento desarrollo. Hasta finales del siglo XIX no se reconoció el agua como origen de numerosas enfermedades infecciosas. Hoy en día, la importancia tanto de la cantidad como de la calidad del agua está fuera de toda duda.

El agua es uno de los compuestos más abundantes de la naturaleza y cubre aproximadamente las tres cuartas partes de la superficie de la tierra. Sin embargo, en contra de lo que pudiera parecer, diversos factores limitan la disponibilidad de agua para uso humano. Más del 97% del agua total del planeta se encuentra en los océanos y otras masas salinas, y no están disponibles para casi ningún propósito. Del 3% restante, por encima del 2% se encuentra en estado sólido, hielo, resultando prácticamente inaccesible. Por tanto, podemos terminar diciendo que para el hombre y sus actividades industriales y agrícolas, sólo resta un 0,62 % que se encuentra en lagos, ríos y agua subterráneas. La cantidad de agua disponible es ciertamente escasa, aunque mayor problema es aún su distribución irregular en el planeta.

El uso de los recursos naturales provoca un efecto sobre los ecosistemas de donde se extraen y en los ecosistemas en donde se utilizan. El caso del agua es uno de los ejemplos más claros: un mayor suministro de agua significa una mayor carga de aguas residuales. Si se entiende por desarrollo sostenible aquel que permita compatibilizar el uso de los recursos con la conservación de los ecosistemas.

Hay que considerar también que el hombre influye sobre el ciclo del agua de dos formas distintas, bien directamente mediante extracción de las mismas y posterior vertido de

aguas contaminadas como se ha dicho, o bien indirectamente alterando la vegetación y la calidad de las aguas.

Nuestro mundo por muchos años ha sido descuidado y maltratado por nosotros los seres humanos. La industrialización y el modernismo son algunos factores que ayudan a la contaminación de nuestro ambiente.

1.1.1. AGUAS RESIDUALES

La contaminación actúa sobre el medio ambiente acuático alterando el delicado equilibrio de los diversos ecosistemas integrado por organismos productores, consumidores y descomponedores que interactúan con componentes sin vida originando un intercambio cíclico de materiales.

Aunque el hombre no es un ser acuático, ha llegado a depender intensamente del medio ambiente acuático para satisfacer sus necesidades tecnológicas y sociales.

El hombre continúa utilizando el agua con su contaminación. Es difícil eliminar los contaminantes y si el agua original tiene gran proporción de minerales, el problema se complica.

No se pretende afirmar que antes de llegar el hombre con su tecnología, el agua era pura. Aún después de la aparición del hombre, transcurrieron muchos años antes de que hubiera ningún cambio en el ambiente.

Cuando las poblaciones empezaron a verter sus desechos en ríos y lagos fue cuando las aguas se deterioraron.

Las aguas residuales constituyen un importante foco de contaminación de los sistemas acuáticos, siendo necesarios los sistemas de depuración antes de evacuarlas, como medida importante para la conservación de dichos sistemas.

Las aguas residuales, contaminadas, son las que han perdido su calidad como resultado de su uso en diversas actividades. También se denominan vertidos. Se trata de aguas

con un alto contenido en elementos contaminantes, que a su vez van a contaminar aquellos sistemas en los que son evacuadas.

Del total de vertido generado por los focos de contaminación, sólo una parte será recogida en redes de saneamiento, mientras que el resto será evacuado a sistemas naturales directamente.

El tratamiento de aguas residuales se inició en Inglaterra a finales del siglo XIX y principios del XX para reducir el contenido en materia en suspensión del agua a menos de 30 mg/l y la demanda biológica de oxígeno a menos de 20 mg/l. Las aguas a tratar pueden ser domésticas (compuestas de aguas negras, restos de alimentos, patógenos y parásitos), y aguas industriales contaminadas principalmente por compuestos seleno bióticos y metales pesados.

1.1.2. TIPOS DE CONTAMINACIÓN

Se clasifican según el factor ecológico que altere, aunque suelen afectar a más de un factor.

1.1.2.1. CONTAMINACIÓN FÍSICA

Las sustancias que modifican factores físicos, pueden no ser tóxicas en sí mismas, pero modifican las características físicas del agua y afectan a la biota acuática.

- ❖ Sólidos en suspensión, turbidez y color
- ❖ Agentes tenso activos
- ❖ Temperatura

1.1.2.2. CONTAMINACIÓN QUÍMICA

Algunos efluentes cambian la concentración de los componentes químicos naturales del agua causando niveles anormales de los mismos. Otros, generalmente de tipo industrial,

introducen sustancias extrañas al medio ambiente acuático, muchos de los cuales pueden actuar en detrimento de los organismos acuáticos y de la calidad del agua en general. En este sentido es en el que puede hablarse propiamente de contaminación.

- ❖ Salinidad
- ❖ pH
- ❖ Sustancias marcadamente tóxicas
- ❖ Desoxigenación

1.1.2.3. CONTAMINACIÓN POR AGENTES BIÓTICOS

Son los efectos de la descarga de material biogénico, que cambia la disponibilidad de nutrientes del agua, y por tanto, el balance de especies que pueden subsistir. El aumento de materia orgánica origina el crecimiento de especies heterótrofas en el ecosistema, que a su vez provoca cambios en las cadenas alimentarias.

Un aumento en la concentración de nutrientes provoca el desarrollo de organismos productores, lo que también modifica el equilibrio del ecosistema.

1.1.3. AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES

Son aquellas que proceden de cualquier actividad o negocio en cuyo proceso de producción, transformación o manipulación se utilice el agua. Son enormemente variables en cuanto a caudal y composición, difiriendo las características de los vertidos no sólo de una industria a otro, sino también dentro de un mismo tipo de industria.

A veces, las industrias no emiten vertidos de forma continua, si no únicamente en determinadas horas del día o incluso únicamente en determinadas épocas de año, dependiendo del tipo de producción y del proceso industrial. También son habituales las variaciones de caudal y carga a lo largo del día.

Son mucho más contaminadas que las aguas residuales urbanas, además, con una contaminación mucho más difícil de eliminar.

Su alta carga unida a la enorme variabilidad que presentan, hace que el tratamiento de las aguas residuales industriales sea complicado, siendo preciso un estudio específico para cada caso.

1.1.3.1. CARACTERÍSTICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES

1.1.3.1.1 Características Físicas: Aspecto, color, turbidez, SST y son desechadas por los hogares, industrias, procesadoras de alimentos es agua que contiene muy poco oxígeno y que está caracterizada por un color negruzco.

1.1.3.1.2 Características Químicas (composición): Las aguas servidas están formadas por un 99% de agua y un 1% de sólidos en suspensión y solución. Estos sólidos pueden clasificarse en orgánicos e inorgánicos.

Los sólidos inorgánicos están formados principalmente por nitrógeno, fósforo, cloruros, sulfatos, carbonatos, bicarbonatos y algunas sustancias tóxicas como arsénico, cianuro, cadmio, cromo, cobre, mercurio, plomo y zinc.

Los sólidos orgánicos se pueden clasificar en nitrogenados y no nitrogenados. Los nitrogenados, es decir, los que contienen nitrógeno en su molécula, son proteínas, ureas, aminas y aminoácidos. Los no nitrogenados son principalmente celulosa, grasas y jabones. La concentración de orgánicos en el agua se determina a través de la DBO_5 , la cual mide material orgánico carbonáceo principalmente, mientras que la DBO_{20} mide material orgánico carbonáceo y nitrogenado.

Aniones y cationes inorgánicos y compuestos orgánicos

1.1.3.1.3 Características bacteriológicas: Una de las razones más importantes para tratar las aguas negras o servidas es la eliminación de todos los

agentes patógenos de origen humano presentes en las excretas con el propósito de cortar el ciclo epidemiológico de transmisión. Estos son, entre otros:

- Coliformes totales
- Coliformes fecales
- Salmonellas
- Virus

1.1.3.1.4 Contenido en partículas radioactivas: A efectos del tratamiento, la gran división es entre materia en suspensión y materia disuelta.

La materia en suspensión se separa por tratamientos fisicoquímicos, variantes de la sedimentación y filtración. En el caso de la materia suspendida sólida se trata de separaciones sólido - líquido por gravedad o medios filtrantes y, en el caso de la materia aceitosa, se emplea la separación Líquido-Líquido, habitualmente por flotación.

La materia disuelta puede ser orgánica, en cuyo caso el método más extendido es su insolubilización como material celular (y se convierte en un caso de separación Sólido-Líquido) o inorgánica, en cuyo caso se deben emplear caros tratamientos fisicoquímicos como la ósmosis inversa.

Los diferentes métodos de tratamiento atienden al tipo de contaminación: para la materia en suspensión, tanto orgánica como inorgánica, se emplea la sedimentación y la filtración en todas sus variantes. Para la materia disuelta se emplean los tratamientos biológicos (a veces la oxidación química) si es orgánica, o los métodos de membranas, como la ósmosis, si es inorgánica.

1.1.4. Principales parámetros

Los parámetros característicos son:

- Temperatura
- pH
- Sólidos en suspensión totales (SST) o

- Materia orgánica valorada como DQO y DBO (a veces TOC)
- Nitrógeno total Kjeldahl (NTK)
- Nitrógeno amoniacal y nitratos

También hay otros parámetros a tener en cuenta como fósforo total, nitritos, sulfuros, sólidos disueltos.” (1)

1.1.5 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

1.1.5.1 AIREACIÓN

“En la industria de pintura uno de los tratamientos biológicos más utilizados es la aireación. La aireación es un proceso mecánico a través del cual se procura un contacto íntimo del aire con el agua. Aplicada al tratamiento de agua, la aireación transfiere moléculas gaseosas, principalmente oxígeno, del aire al agua. Aunque la meta es disolver oxígeno en agua, la aireación incluye también la remoción del agua, gases indeseables, como CO₂ y metano. La aireación casi siempre acompaña a otros procesos o reacciones, que pueden ser de naturaleza física, química o bioquímica.

1.1.5.2 OXIDACION QUIMICA

Expresado de una manera muy general, diremos que la oxidación ocurre cuando un átomo inestable pierde un electrón, lo que permite que el átomo forme un compuesto nuevo con otro elemento.

Básicamente existen dos tipos de reacciones químicas:

- Aquellas en las cuales reaccionan iones o moléculas sin cambio aparente de la estructura electrónica de las partículas.
- Reacciones en las cuales los iones o átomos experimentan cambios de estructura electrónica.

En el segundo tipo de reacción puede haber transferencia real de electrones de una partícula a otra o la forma en que se compartan los electrones puede modificarse. Este

último tipo de reacción que involucra cambios electrónicos se llama reacción de oxidación-reducción.

1.1.6 REUTILIZACION

Reutilizar es la acción de volver a utilizar los bienes o productos. La utilidad puede venir mediante una acción de mejora o restauración, o sin modificar el producto si es útil para un nuevo usuario.

En una perspectiva respetuosa con el medio ambiente, la *reutilización* es el segundo paso en la acción de disminución de residuos, el primero es la *reducción*, el tercer y último paso es *reciclar*. Al contribuir a la reducción de producción de nuevos bienes que demanden recursos naturales y energía, la reutilización contribuye a mejorar el medio ambiente.

1.1.6.1 REUTILIZACION DE AGUAS RESIDUALES

Recientemente se ha incorporado el concepto de reutilización planificada de las aguas residuales a gran escala, que supone el aprovechamiento directo de las aguas tratadas mediante su transporte hasta el punto de uso a través de una conducción específica.

En la distribución de los diferentes tipos de reutilización influye la ubicación geográfica del lugar donde se va a reutilizar el agua. Por ejemplo, en áreas urbanas la principal demanda de agua proviene de la industria, el comercio y las necesidades de uso no potable. Sin embargo en regiones agrícolas áridas o semiáridas la principal demanda de agua procede de la agricultura.

En la actualidad, las aplicaciones más importantes de las aguas residuales regeneradas son la reutilización urbana, en la que puede incluirse el uso recreativo y parte del medioambiental, la reutilización agrícola, la recarga de acuíferos, y por último, la reutilización potable directa, que aunque no es de gran demanda en la actualidad, si presenta uno de los retos más importantes de la reutilización el agua depurada desde el punto de vista tecnológico, económico y social.

La regeneración de las agua consiste en devolverles, parcial o totalmente, el nivel de calidad que tenían antes de ser utilizadas. La *regeneración* de las aguas residuales lleva consigo la aplicación de un conjunto de procesos o tratamientos para hacerlas reutilizables. La *reutilización de las aguas residuales* es el uso beneficioso del agua tratada o regenerada.

Todo proyecto de reutilización de agua plantea dos requisitos básicos:

Definición de los niveles de calidad adecuados al uso que se le vaya a dar al agua regenerada.

Establecimiento de los procesos de tratamiento para alcanzar los límites de calidad para cada uno de los usos previstos

1.1.6.1.1 Tipos y aplicaciones de las aguas residuales regeneradas: Las aguas residuales regeneradas se han empleado en diferentes usos, de los cuales, los más destacables son:

- La reutilización urbana
- La reutilización agrícola
- La reutilización recreativa (pesca, navegación, etc.).
- La mejora y preservación del medio ambiente
- La recarga de acuíferos.
- La reutilización industrial
- La reutilización potable.” (2)

1.2 PINTURA

1.2.1. DEFINICION

“En general, se puede definir pintura como una mezcla de tres componentes: resina, pigmento y disolvente. Los aditivos ayudan a mantener el medio homogéneo, y las cargas las consideramos pigmentos. Ejemplos de pinturas se observa en la figura 1.2.1-1

Se trata de incorporar la fase sólida a la solución líquida (llamada ligante) con la ayuda de ciertos aditivos que hacen que dicha incorporación sea eficaz y duradera; este proceso se obtiene aportando energía al medio mediante la agitación y, si no fuera suficiente, habría que recurrir a la molturación. El objetivo de este proceso es conseguir la máxima dispersión (estabilizada) en el seno de la fase líquida.



Figura 1.2.1-1 Pintura Acuosa Fabricada en P. Córdor

1.2.2. ANTECEDENTES DE PRODUCCION

Las primeras fábricas de pinturas propiamente dichas datan del siglo XIX. Utilizaban rudimentarios molinos, que consistían en una piedra que rodaba encima de otra y así se trituraba el pigmento con la resina. El conocimiento de las fórmulas era un arte que se transmitía de padres a hijos.

La fabricación de pinturas preparadas y envasadas empieza en 1867, y sólo a partir de 1900, las fábricas comienzan a contratar personal especializado (químicos) para diseñar fórmulas y procesos de fabricación de más calidad que los artesanales.

Después de la I Guerra Mundial, la industria de la pintura fue creciendo en tecnología y aparecieron nuevas materias primas.

Después de los años 70, la fabricación de pinturas se hizo más eficiente debido a la aparición de los molinos de microbolas y sus variantes. Actualmente, estos molinos están muy perfeccionados y se limpian fácilmente como, por ejemplo, los molinos de inmersión, considerados de última generación y con una ventaja sobre los demás: pueden procesar pastas muy viscosas por su alto poder de cizallamiento. (Ver figura 1.2.2.-1).



Figura 1.2.2-1 Planta de producción de Pinturas

1.2.3 MATERIAS PRIMAS

Genéricamente, los materiales o sustancias utilizadas en la elaboración de pinturas pueden agruparse en cuatro categorías de materias primas: pigmentos, resina, solventes y aditivos.

1.2.3.1 PIGMENTOS

Los pigmentos son productos en polvo (ver figura 1.2.3.1-1), insolubles por si solos en el medio líquido de la pintura; sus funciones son suministrar color y poder cubriente, contribuir a las propiedades anticorrosivos del producto y darle estabilidad frente a diferentes condiciones ambientales y agentes químicos, producir efectos especiales (p.ej. brillo), mejorar la resistencia, la adhesión y duración de la capa de pintura así como la resistencia a la intemperie, además que en algunos casos si es necesario ayuda a la reducción de brillo y modificar las propiedades de flujo y aplicación.



Figura 1.2.3.1-1 Pigmentos

1.2.3.1.1 PROPIEDADES

- **Capacidad de colorear:** La mayoría de las pinturas contienen pigmentos blancos, que son coloreados con pigmentos de color. Dependiendo de la cantidad necesaria de estos últimos para conseguir el efecto deseado, se dirá que tienen mucho o poco poder colorante. El poder colorante de un pigmento se cuantifica relacionándolo con uno estándar.

El poder colorante de un pigmento es independiente de su poder cubridor, ya que la comparación de sombras se hace a un grosor de la capa que oculta completamente al sustrato.

- **Resistencia a la luz:** La obtención inicial de un color no es suficiente. Éste debe durar al menos como la capa de pintura. Muchos pigmentos se desvanecen u

oscurecen, o cambian de matiz con la luz ordinaria. Esto se debe a que los rayos ultravioleta son suficientemente energéticos como para romper ciertos enlaces moleculares que suponen un cambio en la capacidad de absorción de luz con el consiguiente cambio de color. Por otro lado si un pigmento puede absorber los rayos ultravioleta sin descomponerse servirá de protección disipando la energía en forma de calor.

- **Características de sangrado:** No todos los pigmentos son totalmente insolubles en todos los disolventes. Los disolventes de una pintura blanca pueden disolver a pigmentos de pintura roja y atraerlos a su capa.
- **Poder cubriente:** Una capa de pintura debería anular otra de otro color situada bajo ella. Frecuentemente se necesita más de una capa para que la luz no penetre a la capa no deseada y vuelva al observador. El poder cubriente de una pintura se expresa como el número de metros cuadrados cubiertos por un litro de pintura que no dejen ver la capa inferior. El poder cubridor depende de las longitudes de onda y de la cantidad total de luz que pueda absorber, así como del índice de refracción y del tamaño y forma de las partículas del citado pigmento.
- **Índice de refracción:** Si los pigmentos de una pintura refractan la luz de diferente manera que los formadores de película de dicha pintura colorearán la pintura. (Ver figura 1.2.3.1.1-1).

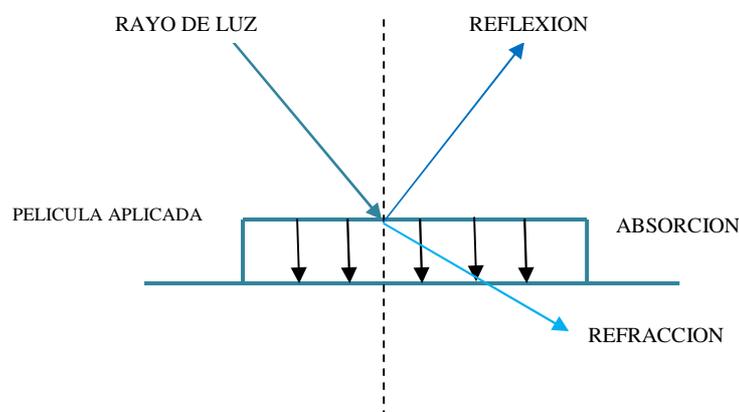


Figura. 1.2.3.1.1-1 Refracción de luz en película aplicada

- **Forma de las partículas:** Las partículas pueden ser de forma casi esférica, cúbicas, nodulares, aciculares o laminares. Dado que la forma de las partículas afecta al agrupamiento del pigmento, afecta también a su poder de cubrición. Las partículas en forma de varilla (aciculares) pueden reforzar las películas de pintura a modo de armazón, o pueden tender a penetrar en la superficie reduciendo el brillo. Las superficies irregulares pueden ayudar a que la próxima capa agarre más fácilmente, por lo que ese pigmento puede ser adecuado para capas inferiores.
- **Peso específico:** Es el peso de una sustancia en gramos dividido por su volumen neto en mililitros. Tiene importancia porque los fabricantes de pinturas compran los pigmentos por kilos, y luego las venden por litros. Un pigmento caro por kilo puede resultar económico si su peso específico es bajo. Los pigmentos de refuerzo, además de baratos tienen pesos específicos bajos: por esta razón se emplean para aumentar el volumen de los pigmentos, cuando el poder de cubrición del pigmento coloreado es lo bastante bueno a concentraciones bajas.
- **Reactividad química:** Dependiendo de la aplicación necesitaremos un pigmento poco o bastante reactivos (pigmentos anticorrosivos).
- **Estabilidad térmica:** La temperatura a la que los pigmentos se alteran o descomponen puede ser muy importante si la pintura va a estar sometida a altas temperaturas.

1.2.3.1.2 TIPOS DE PIGMENTOS

- **Naturales o sintéticos:** Frecuentemente existe un pigmento sintético equivalente al natural. Las diferencias surgen porque los pigmentos naturales presentan una forma cristalina que en el caso de los sintéticos puede ser manipulada, los pigmentos naturales pueden presentar impurezas mientras que los sintéticos son muy puros, el molido produce una amplia gama de tamaños

mientras que un pigmento producido por precipitación en condiciones controladas tendrá un tamaño de partículas más uniforme.

- **Orgánicos o inorgánicos:** Actualmente existen más variedades orgánicas que inorgánicas, si bien los más nuevos contienen ambos. La carencia de sangrado, resistencia a la luz, estabilidad térmica, acción anticorrosiva, absorción UV y efectos antireflectantes serán los principales puntos a favor de los pigmentos inorgánicos; mientras que si deseamos brillo o claridad de color obtendremos mejores resultados con los orgánicos.

Las principales categorías de los pigmentos son: *activos* (dióxido de titanio, rojo toluidine, azul ftalo), *inertes* o *rellenos* (carbonatos, barita, talcos), *anticorrosivos* (minio, cromato de zinc, zinc metálico) y *funcionales* (aluminio, cobre, luminosos).

Dentro de la formulación de las pinturas las llamadas "cargas" o lo que se conoce como pigmentos de relleno, cumplen el objetivo de extender el pigmento y contribuir con un efecto de relleno. Entre estos materiales se encuentran sustancias de origen mineral como baritas, tizas, caolines, sílice, micas, talcos, etc., y de origen sintético como creta, caolines tratados y sulfato de bario precipitado.

Entre los pigmentos más utilizados en la fabricación de pinturas se encuentran variados compuestos en base a cromo y plomo, zinc en polvo, dióxido de titanio, sulfato de bario, negro de humo, aluminio en polvo y óxido de hierro, como ejemplos.

1.2.3.1.3 SELECCIÓN DE LOS PIGMENTOS

Se seguirán las siguientes indicaciones:

- Examinar el patrón del color que se quiere obtener en la pintura.
- Estimar el número de colores distintos que se tienen que mezclar para obtener el color deseado. Para cada color se tiene que encontrar el pigmento adecuado.
- Definir las propiedades requeridas en los pigmentos.

- Seleccionar el pigmento(s) adecuado(s) para cada color. Con objeto de obtener pigmentos con las propiedades requeridas.

1.2.3.1.4 DISPERSIÓN DE LOS PIGMENTOS EN LA PINTURA

El pigmento se suele suministrar en forma de polvo. Estas partículas se deben dispersar unas de otras de forma que queden uniformemente distribuidas en toda la pintura como una suspensión coloidal. Para que tenga la máxima estabilidad en disolventes orgánicos la partícula debería estar completamente mojada con el barniz.

La dispersión se consigue normalmente en un molino, que es una máquina donde los aglomerados son sometidos a fuerzas de corte y rozamiento. (Ver figura 1.2.3.1.4-1).

Se utilizan distintos tipos de molinos dependiendo de las dificultades que presenten las partículas para su dispersión:

- Dispensador de alta velocidad.
- Molino de bolas.
- Molino de arena.
- Molino de rodillos



Figura 1.2.3.1.4-1 Fase de Dispersión

1.2.4 RESINA

La resina es una macromolécula (polímero) de variada naturaleza química compuesta por unidades más pequeñas llamadas monómeros, y es la que forma la película atrapando en su seno los pigmentos, cargas, etc. Por lo tanto, es un componente fundamental de la pintura y la que más define su calidad.

Las resinas pueden ser de varios tipos según el monómero empleado en su fabricación: alquídicas, acrílicas, epoxi, etc. Aunque también pueden distinguirse dependiendo del medio en el que se encuentren, como por ejemplo:

- Al disolvente, para fabricar pinturas convencionales.
- Al agua, para fabricar pinturas emulsionadas e hidrosolubles.

Hay que señalar que las resinas hidrosolubles tienen el mismo tratamiento (fabricación de pintura) que las convencionales, la única diferencia es que utilizan agua como disolvente en vez de un disolvente orgánico. (Ver figura 1.2.4-1)

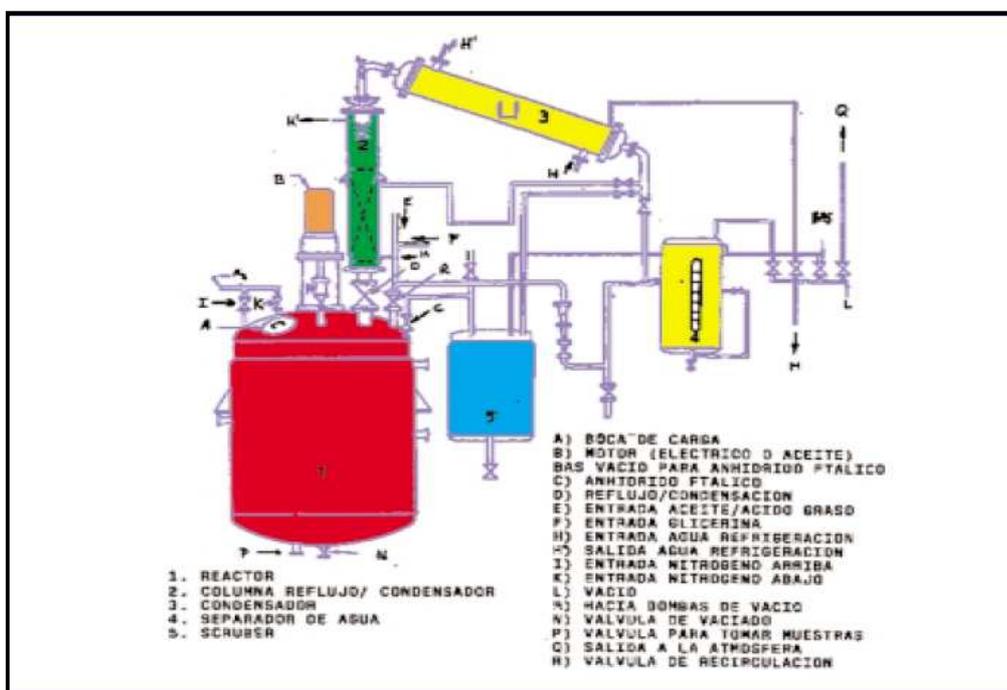


Figura 1.2.4-1 Representación Grafica de la fabricación de la Resina

Estas sustancias son normalmente orgánicas, cuya función principal es dar protección.

Las resinas naturales en su mayoría son de origen vegetal, con excepción de la goma laca; actualmente, su uso ha declinado considerablemente debido al desarrollo de un gran número de resinas sintéticas. Estas últimas normalmente se utilizan en combinación con los aceites de linaza, pescado, etc. siendo más resistentes al agua y agentes químicos. Entre las resinas sintéticas más utilizadas se encuentran las resinas alquídicas, acrílicas, fenólicas, vinílicas, epóxicas, de caucho clorado, de poliuretano y de silicona. De todas éstas, la primera es la más utilizada.

La elección del polímero y en definitiva de la pintura, depende de las propiedades finales exigidas, acorde con las condiciones a que estará sometida.

1.2.4.1 Clasificación:

- De origen orgánico: Buena adherencia y humectación sobre diferentes superficies.
- De origen inorgánico: gran fortaleza y estabilidad química. Excelente resistencia a la temperatura.
- De origen plástico: Buena resistencia frente agentes causantes de la corrosión y a gran variedad de productos químicos, a la abrasión e impactos. Buen resultado cuando el sustrato es acero. En las pinturas de dos componentes (resina y catalizador) la reacción se produce después de la mezcla. Se suministran en envases separados. Si la temperatura es menor de 10° se paraliza la reacción.

La naturaleza de la resina producida puede regularse variando las materias empleadas y las condiciones de la reacción para obtener una sustancia que sirva como medio adhesivo para pinturas. Las resinas acrílicas, preparadas mediante la polimerización de ácidos o ésteres acrílicos, se han utilizado mucho para fabricar pinturas emulsionables que se mezclan con agua, pero que secan formando películas resistentes a ella y que son flexibles y elásticas, además de envejecer muy bien.

1.2.5 SOLVENTES

Un solvente es cualquier material, en general líquido, que tiene la capacidad de disolver otro material y formar una mezcla homogénea, llamada solución.

El solvente más común en la vida diaria es el agua. Muchos otros solventes son compuestos orgánicos, es decir que tienen enlaces de carbono-hidrógeno en su estructura (alcoholes, cetonas, hidrocarburos, entre otros).

Los solventes dan a las pinturas el estado de fluidez necesario para su aplicación, evaporándose una vez aplicada la pintura. La variedad de solventes que ocupa este tipo de industria es muy amplia pero, a pesar de ello, su uso se ha visto disminuido en los últimos años, debido a restricciones de tipo ambiental y de costo, especialmente en el caso de los solventes clorados.

1.2.5.1 Clasificación de los solventes

A los solventes se los clasifica por la compatibilidad que tienen con la resina y por su composición química (ver figuras 1.2.5.1-1 y 1.2.5.1-2) entre los cuales tenemos:

Por su compatibilidad con la resina:

- ❖ **Activos:** Son aquellos líquidos volátiles altamente polares, capaces de disolver la nitrocelulosa y otras resinas sintéticas a cualquier concentración y que son difíciles de ser puestas en solución. En este grupo se encuentran ésteres, cetonas y éteres de glicol, los de uso más común son: acetato de etilo, acetato de amilo, acetato de propilo, acetona, metil etil cetona (MEK) y metil isobutil cetona (MIBK).

- ❖ **Latentes:** En esta categoría encontramos los alcoholes, son de vital importancia, los alcoholes con excepción del metanol, no disuelven los grados comerciales de nitrocelulosa. Se utilizan comúnmente el alcohol el isobutanol, el n-butanol, el

alcohol metílico, el alcohol amílico y el alcohol etílico, en los términos tolerados.

- ❖ **Diluyentes:** Estos son los hidrocarburos y parafinas, los cuales no tienen ningún poder disolvente sobre algunas resinas sintéticas pero en cambio disuelven las resinas naturales casi sin excepción, lo mismo que las resinas maléicas, fenólicas y alquídicas. Como diluyentes son ampliadores de las mezclas de solventes verdaderos y cosolventes, dando ciertas características a las soluciones y principalmente reduciendo los costos.

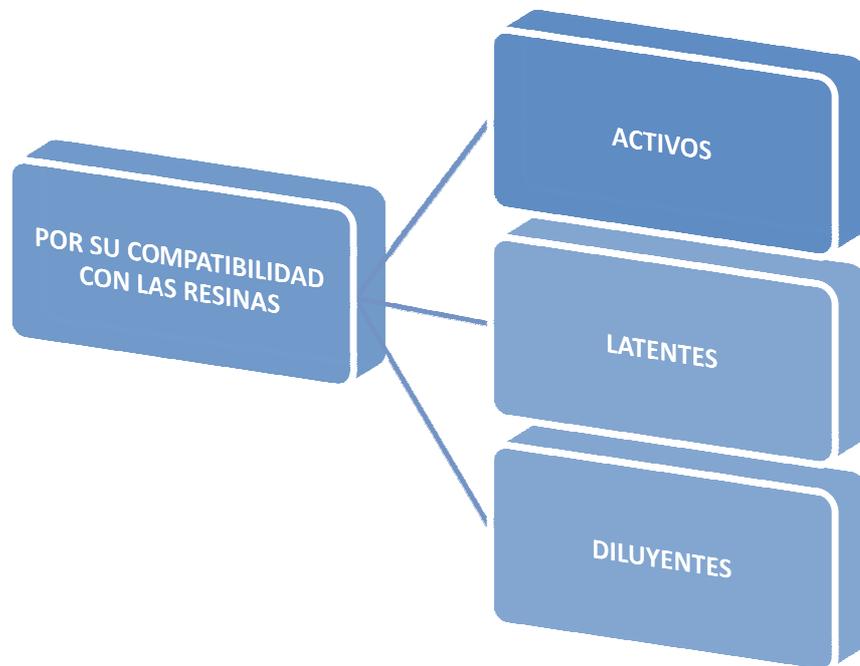


Figura 1.2.5.1-1 Clasificación de Solventes por compatibilidad con la resina

Estos hidrocarburos miden el poder disolvente y su grado de compatibilidad con las resinas, y pueden controlar propiedades físicas como fluidez, peso específico y contenido de sólidos. Solo los diluyentes presentan valores de viscosidad mayores que los equivalentes a las soluciones en solventes activos únicamente. Los diluyentes utilizados son el tolueno y xilenos.

Por su composición química tenemos:

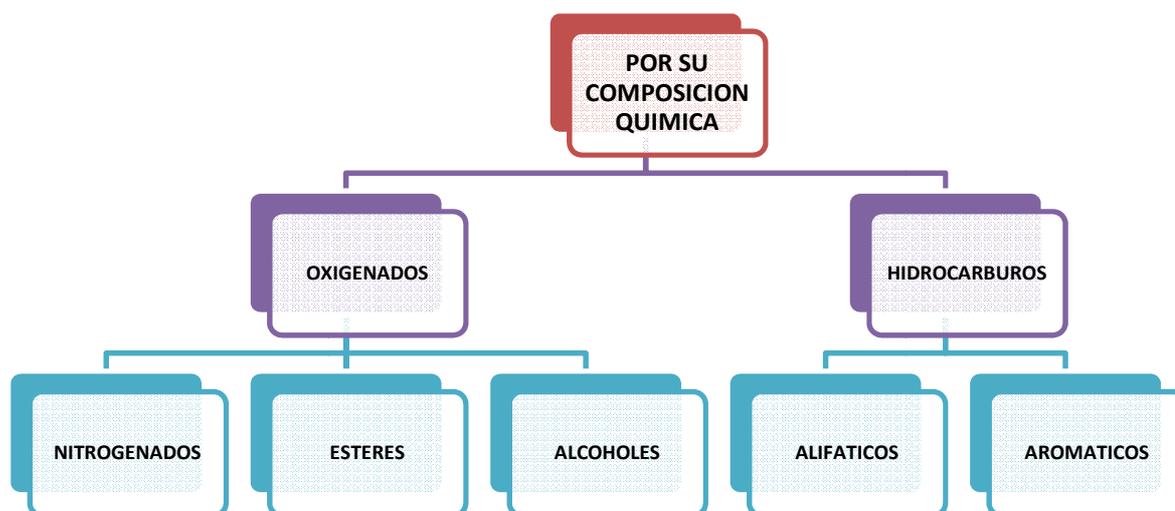


Figura 1.2.5.1-2 Clasificación de solvente por su Composición Química

1.2.6 ADITIVOS

Son productos que entran en pequeña cantidad en la formulación de una pintura, con alto grado de eficiencia y muy sofisticados, capaces de modificar significativamente algunas propiedades de la pintura. Además que su propósito es el de contribuir con un beneficio significativo a la facilidad de fabricación, estabilidad de la pintura en el envase, facilidad de aplicación, mejor la calidad o apariencia de la película aplicada. Entre ellos se destacan los auxiliares de secado, mojantes, dispersantes, antiespumantes, espesantes, bactericidas, fungicidas, alguicidas, absorbedores de luz ultravioleta, etc.

Las clasificaciones y funciones principales de los aditivos son:

- **Secantes:** Promuevan o aceleran el secamiento, curado o endurecimiento del vehículo. Además que permiten controlar la velocidad de secado. Normalmente se utilizan sales orgánicas de elementos metálicos (cobalto, manganeso, plomo, calcio, zinc, hierro, vanadio, cerio y zirconio).

- **Anti-nata:** Inhiben la formación de nata que se forma cuando un barniz o pintura son expuestos al aire.
- **Anti-espumante:** Productos usados para controlar espumas indeseables en la fabricación envasado y aplicación de las pinturas.
- **Espesantes:** Son usados para proporcionar consistencia apropiada a la pintura, impedir el asentamiento de pigmento y favorecer la aplicación de espesores adecuados de película.
- **Preservativos:** Evitan el crecimiento de hongos y bacteria que dan como resultado la degradación de algunos componentes de la pintura y la consecuente pérdida de sus propiedades.
- **Fungicidas:** Son extensamente usados para inhibir el crecimiento de hongos sobre la película de pintura bajo condiciones ambientales.
- **Coalescentes:** Son auxiliares en la coalescencia (fusión) de las partículas de látex que da como resultado la formación de película.
- **Plastificantes:** Proporcionan flexibilidad y adherencia a los recubrimientos de superficie. Se clasifican en: aceites vegetales no secantes (derivados del aceite de ricino), monómeros de alto punto de ebullición (ftalatos) y polímeros resinosos de bajo peso molecular (poliéster).
- **Humectantes y dispersantes:** Se emplean en la fase de dispersión y molienda para humectar y lograr una óptima dispersión, existen dispersantes de bajo peso molecular como la lecitina de soya y polímeros de alto peso molecular.
- **Anti-sedimentantes:** Previenen o disminuyen la precipitación de los pigmentos, reduciendo la fuerza de atracción entre partículas (ej.: lecitina) o formando geles (ej.: estearato de aluminio, anhídrido de silicio).

- **Agentes de superficie:** Se emplean para evitar problemas en la aplicación tales como, formación de cráteres, pinholes, roce y rayado, mala nivelación.
- **Anti-flotantes:** Cuando se mezclan diferentes pigmentos en una misma pintura puede haber separación de colores. Esto se produce generalmente por la diferencia de densidad de los pigmentos, para evitar este fenómeno se usan anti-flotantes que entre otros pueden ser siliconas.

Las materias primas utilizadas en las industrias nacionales son similares a las de uso común a nivel mundial. Respecto de los solventes, el aguarrás se utiliza de preferencia en las pinturas de tipo decorativas, en tanto que en las pinturas de tipo industrial se utilizan productos más específicos.” (3)

1.3 PROCESO DE PRODUCCIÓN

La gama de productos elaborados es muy amplia, incluyendo pinturas en base agua (látex) y en base a solventes (óleo), barnices, lacas, impermeabilizantes y anticorrosivos, pinturas marinas, automotrices, industriales, etc. A nivel nacional, la industria de pinturas sigue el mismo esquema de procesamiento que se utiliza a nivel mundial, considerando similares etapas de proceso para ambos tipos de pinturas.

1.3.1 PINTURAS EN BASE AGUA

Las pinturas basadas en agua generalmente están compuestas de agua, pigmentos, extensores de tiempo de secado (sustancias secantes), agentes dispersantes, preservantes, amoníaco o aminas, agentes antiespumantes y una emulsión de resina.

La elaboración de pinturas al agua se inicia con la adición de agua, amoníaco y agentes dispersantes a un estanque de pre mezcla. Posteriormente, se adicionan los pigmentos y agentes extensores.

Una vez realizada la pre mezcla, y dependiendo del tipo de pigmento, el material pasa a través de un equipo especial de molienda, donde ocurre la dispersión y luego se

transfiere a un estanque de mezclamiento con agitación. En éste se incorporan las resinas y los plastificantes, seguidos de preservantes y antiespumantes y finalmente la emulsión de resina.

Por último, se agrega el agua necesaria para lograr la consistencia deseada. Luego de mezclar todos los ingredientes, el producto obtenido es filtrado para remover pigmentos no dispersos (mayores a 10 μm), siendo posteriormente envasado en tarros y embalado.

Normalmente sólo los esmaltes en base agua pasan por equipos de molienda; los látex y pastas se dispersan y terminan en estanques de mezclamiento.

1.3.2 PINTURAS EN BASE A SOLVENTES

Las pinturas basadas en solventes incluyen un solvente, pigmentos, resinas, sustancias secantes y agentes plastificantes.

Los pasos en la elaboración de pinturas cuyo vehículo es un solvente son similares a los descritos anteriormente. Inicialmente, se mezclan los pigmentos, resinas y agentes secantes en un mezclador de alta velocidad, seguidos de los solventes y agentes plastificantes. Una vez que se ha completado la mezcla, el material se transfiere a un segundo estanque de mezclamiento, en donde se adicionan tintes y solventes. Una vez obtenida la consistencia deseada, la pintura se filtra, envasa y almacena. Cabe hacer notar que en este proceso también es posible usar un estanque de pre mezcla y un molino en lugar del mezclador de alta velocidad.

Otros aditivos menores, usados con propósitos especiales, en ambos tipos de pinturas son las sustancias antibacterianas, estabilizantes, tensoactivos y agentes para ajuste de pH.

Dentro del proceso de producción de pinturas se pueden distinguir dos sub-procesos, en función del producto final que se quiera obtener:

a) Sub-Proceso A: Producción de base incolora (pintura blanca).

En la elaboración de este producto, se distinguen las siguientes operaciones:

- Dispersión de la base concentrada incolora (30% concentración de sólidos).
- Mezclado de terminación de base incolora.

Luego de estas etapas, se obtiene la base incolora, la cual puede continuar a envasado o a completar el proceso de fabricación de pintura color.

b) Sub-Proceso B: Producción de pintura color.

Este se caracteriza por las siguientes operaciones:

- Dispersión del pigmento para formar una pasta coloreada (45% concentración de sólidos).
- Molienda de la pasta coloreada para formar empaste.
- Mezclado del empaste con resinas y solventes formando un concentrado coloreado.

Una vez que se obtiene el concentrado coloreado terminado, la base incolora se mezcla con éste, obteniéndose pintura color. Por último, se envía a envasado, pasando previamente por control de calidad.

Con respecto a la operación de envasado, este puede ser manual o automático.

Dependiendo de las características técnicas y el tipo de empresa, las operaciones de transporte de fluido se realizan en forma manual, por bombeo (bombas de diafragma) o una combinación de ambas.

1.3.3 ETAPAS DE FABRICACION

“Para conseguir la dispersión en fases inmiscibles (sólidos y líquidos), es imprescindible pasar por las siguientes etapas bien diferenciadas: Pesaje, Dispersión,

mezclado, control de calidad, ajustes, filtrado y envasado. Esta última no es una etapa propiamente dicha, ya que no altera las características de la pintura fabricada.

Entonces el proceso inicia con la preparación de las materias primas que van a intervenir en la fabricación de la pintura, esta etapa consiste en pesar las cantidades indicadas en una formulación de tal manera que se pueda obtener la cantidad del lote planificado en litros.

Seguidamente se pasa a la fase de dispersión, que consiste en mezclar en un recipiente las materias primas indicadas y homogeneizarlas con ayuda de agitación. El agitador es especial porque, aparte de mezclar, tiene la propiedad de dispersar.

Una vez conseguida esta homogeneización, hay que separar los aglomerados formados por los pigmentos y las cargas; a veces, es suficiente con una agitación enérgica (modo dispersión), pero otras es necesario algo más agresivo (modo molturación). El grado de finura nos indicará si hemos conseguido esta separación de aglomerados. Como es lógico, en el caso de no lograr el grado de finura deseado, se deberá repetir esta etapa tantas veces como sea necesario hasta alcanzarlo. Coloquialmente se denomina (pasadas) al modo molturación, por lo que diremos ha pasado a la primera o se han necesitado dos pasadas; más de dos pasadas significa que la máquina es inadecuada.

Una vez conseguido el grado de finura deseado, se procede a la mezcla, que consiste en terminar de añadir materia prima, fundamentalmente resina y disolvente (en ocasiones, algún aditivo especial). En esta etapa, se reserva parte del disolvente para limpiar utensilios y aclarar la máquina (una vez que ha pasado por ella toda la pintura).

En el caso de que no se produzca la temida «floculación» en la etapa anterior, se procederá a los ajustes de color, viscosidad, etc.

Una vez terminada esta fase se procederá a hacer un control de calidad de tal manera que se pueda determinar que el producto terminado cumple con los estándares de calidad que exige la norma.

Por último, se realiza el filtrado y el envasado; normalmente, se filtra el producto cuando se va a envasar (ver figura 1.3.3-1).

Proceso de Fabricación general de pintura

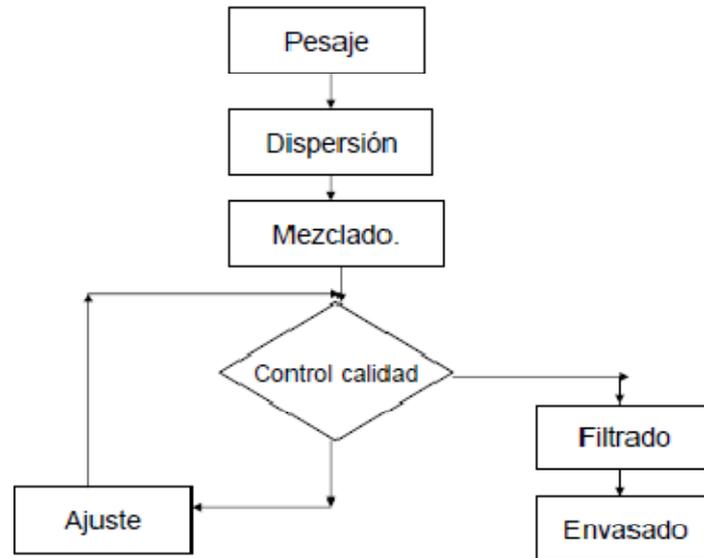


Figura 1.3.3-1 Diagrama del Proceso de Fabricación de Pintura

1.3.3.1 DISPERSION

La dispersión es el inicio de toda fabricación de pintura. En esta etapa, se mezclan en un recipiente o reactor los disolventes, los pigmentos (y cargas) con su correspondiente humectante.

Es la distribución de las partículas primarias en el excipiente líquido, es decir, la incorporación de la fase sólida a la líquida sin reagrupamiento de partículas.

La separación se realiza por la acción mecánica cortante, ya sea por la molturación o por el cizallamiento de un agitador dispersor de pala dispersante (dientes) usado en la etapa de empastado.

Es conveniente recordar que, a medida que disminuye el tamaño medio de los pigmentos, aumenta la fuerza colorante.

Para aclarar conceptos, diremos que la dispersión se puede obtener tanto con un agitador-dispersor (pala con efectos de cizalla) como con un molino. El hecho de utilizar sólo el primero o los dos depende del grado de cohesión de los pigmentos.

Una buena dispersión hace que aumente el área de la superficie del aglomerado y, por tanto, la fuerza colorante es superior. Hay que tener en cuenta que una excesiva molturación puede provocar la rotura de la estructura molecular del pigmento, por lo que podría variar incluso la tonalidad del color y sus propiedades. La separación mediante cizalla minimiza este efecto (ver figura 1.3.3.2.2-1).

A medida que se reduce el tamaño de los aglomerados, aumenta el área superficial y la fuerza colorante, que es proporcional al área superficial.

Los pigmentos que se encuentran en el mercado pueden llegar hasta las 0,5 micras en los inorgánicos y los orgánicos, entre 0,01-0,1 micras.

Por lo tanto, es fundamental la dispersión de los pigmentos para que puedan desarrollar sus máximas propiedades.

1.3.3.2 ESTABILIZACIÓN

Una vez dispersados los pigmentos en el seno del líquido, se debe evitar el reagrupamiento. Todo sistema termodinámicamente tiende a un estado energético bajo, después de la rotura (molturado).

Debido a la elevada energía superficial de las fuerzas de Vander Waals, se crea una atracción entre partículas de pigmento que tiende a la floculación, es decir, a la disminución de la energía.

A medida que los aglomerados se van disgregando y transformando en partículas más pequeñas, es necesario que éstas se recubran con algún compuesto que impida ese reagrupamiento y la vuelta al estado inicial. Cualquier incorrección en dichas fases dará lugar a una calidad de dispersión pobre, con menor fuerza colorante, menor brillo, poca transparencia, etc.

Los compuestos que impiden ese reagrupamiento son los llamados agentes humectantes, que facilitan la dispersión, ayudan al vehículo a penetrar en la partícula y a desalojar el aire ocluido; de esta forma, protegen de un posible reagrupamiento.

Mecanismos de esta estabilización pueden ser por cargas eléctricas y los impedimentos estéricos.

1.3.3.2.1 ESTABILIZACIÓN DE CARGA

La carga eléctrica se debe a las fuerzas de repulsión eléctricas resultantes de una capa doble eléctrica cargada que rodea la partícula y, como todas las partículas están rodeadas por la misma carga, se repelen unas a otras cuando se acercan mucho.

En los sistemas acuosos en los que la constante dieléctrica del medio es elevada, este mecanismo funciona bien. No ocurre así en medios de baja polaridad (hidrocarburos), en los que es más eficaz la estabilización estérica, que cuenta con la disposición espacial de los polímeros absorbidos.

1.3.3.2.2 ESTABILIZACIÓN ESTÉRICA

Se origina cuando la partícula absorbe una capa de resina cuyas cadenas se encuentran solvatadas al medio líquido, creando una barrera estérica que impide el acercamiento de otras partículas.

Se han realizado muchos estudios para determinar la cantidad de resina absorbida durante el proceso de absorción.

En general, los pigmentos no se dispersan por un simple mezclado, sino que se deben añadir agentes humectantes para obtener dispersiones estabilizadas; la mayoría necesita fuertes efectos de corte (agitador de alta velocidad con cizallamiento) y/o una cizalla más efectiva con las bolas de los molinos.

Los agentes humectantes ayudan a dispersar solamente cuando las fuerzas cohesivas entre las partículas de los pigmentos secos son relativamente bajas. Si las partículas de los pigmentos forman grandes aglomerados con fuertes fuerzas cohesivas, los agentes humectantes tienen poco efecto sobre la dispersión y se precisa la molienda mecánica.

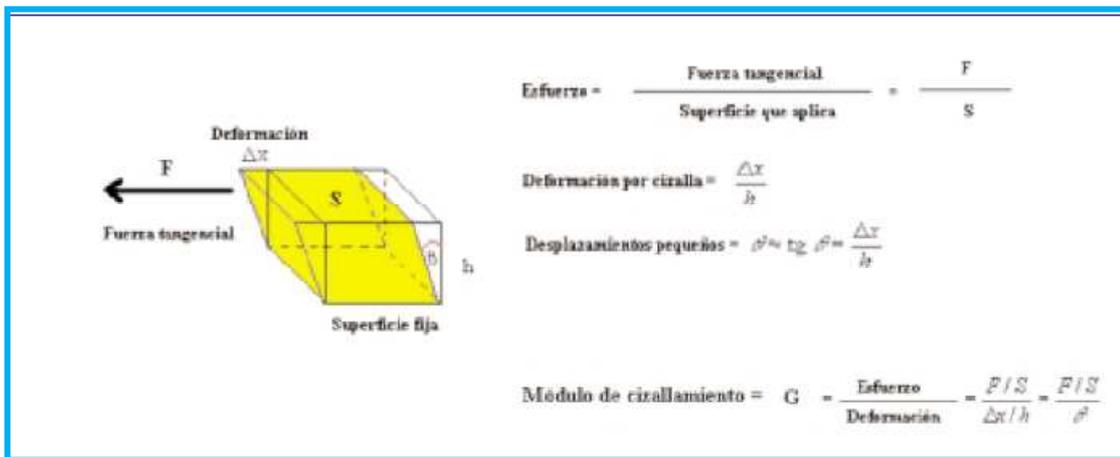


Figura 1.3.3.2.2-1 Cálculo del módulo de Cizallamiento

1.3.3.3 CONCEPTO DE MOJABILIDAD

La mojabilidad, también llamada humectación, es la facilidad que tiene el ligante para adherirse a la superficie del pigmento. Una vez puestos en contacto los pigmentos y el ligante, se debe desplazar el aire que el pigmento micronizado ha adquirido en su manipulación anterior; es decir, las partículas de pigmentos secos están rodeadas de aire y normalmente tienen humedad en sus superficies, la interface pigmento-aire debe ser reemplazada por la interface pigmento-ligante por lo que se debe eliminar el máximo de aire y humedad. La mojabilidad de los pigmentos varía mucho, y depende de su naturaleza y del ligante.

Los pigmentos, en general, pueden ser hidrofílicos, neutros o hidrofóbicos. Hay que recordar que hidrofílico significa que atrae el agua e hidrofóbico que la repele. Por lo tanto, según el carácter del pigmento, mojarán mejor en base agua (hidrofílicos) o en base disolvente (hidrofóbico). La mayoría de los pigmentos inorgánicos son hidrofílicos (suelen tener grandes grupos polares) y algunos de ellos son neutros. La mayor parte de los pigmentos orgánicos son hidrofóbicos.

El parámetro que define la humectación es la tensión superficial, es decir, las diferencias de tensiones superficiales entre los líquidos (disolventes) y las de los sólidos (cargas y pigmentos) hacen que la humectación no sea eficiente.

La tensión superficial se calcula midiendo el ángulo de contacto (ver figura 1.3.3.3-1).

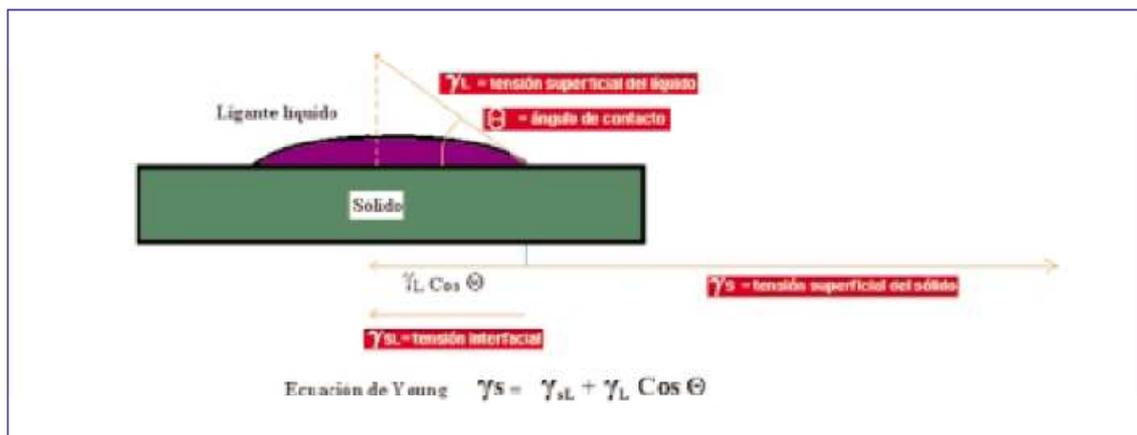


Figura 1.3.3.3-1 Calculo del Angulo de Contacto

Los líquidos con una tensión superficial alta no mojan tan bien a los sólidos como los que tienen la tensión superficial baja, ya que la atracción de las moléculas de los líquidos es mayor que las fuerzas de atracción con los sólidos.

Ecuación que mide la velocidad de humectación:

$$V = K \gamma \cos \theta \frac{r^3}{l \eta} \text{ Ecuación 1.3.3.3-1}$$

Donde:

V = Velocidad de humectación.

γ = Tensión superficial de la fase líquida.

r = Radio de los poros.

l = Longitud de los poros.

η = Viscosidad de la fase líquida.

θ = Ángulo de contacto.

K= constante

1.3.3.4 MOLIENDA

Es la rotura mecánica y separación en partículas primarias. El objetivo de la molienda es obtener la dispersión óptima que no hemos conseguido con la humectación en el empastado.

Esta operación es la que más tiempo y energía consume de todo el proceso de producción de pinturas, y debe controlarse mediante la medición del tamaño de partícula.

1.3.2.1 MEZCLADO

Una vez finalizado el proceso de dispersión o molienda la pasta obtenida es bombeada a un tanque de mezclado donde se adiciona la resina y los aditivos que contribuyen a dar las propiedades finales (viscosidad) y de acabado a la pintura (color y brillo), para obtener la composición final de la pintura que tenga las propiedades de aplicación y funcionamiento óptimas.” (4) En esta etapa también se entona el producto de acuerdo a un color de referencia. Una vez finalizado el proceso de fabricación de la pintura se realizan los controles de calidad para determinar si cumple con los parámetros estándares establecidos, como se puede observar en la tabla 1.3.3-1.

TABLA 1.3.3-1

PARÁMETROS DE CONTROL EN PINTURA ACUOSA (LATEX)

| PARAMETRO | RANGO | DESCRIPCION |
|----------------------------------|------------------------------|---|
| Color | Igual al estándar | La variación de color va determinada por un DE (+/- 0.5) y se lo mide en un data color. |
| Cubrimiento húmedo | Igual al estándar | El cubrimiento húmedo se mide a un espesor de película aplicada de 6 mils y el control se lo realiza en forma visual en cartas de contraste. |
| Cubrimiento seco | Igual al estándar | El cubrimiento seco se mide a un espesor de película de 6 mils y el control se lo realiza en forma visual en cartas de contraste una vez que la aplicación se encuentra completamente seca, el secado se lo puede realizar al ambiente o de manera acelerada en una cámara de secado. |
| Brillo | Igual al estándar | El brillo se mide con la ayuda de un brillómetro a un ángulo de 60° y el rango es de 16 a 20 en pinturas satinadas, para pinturas mate este parámetro no es necesario. |
| Viscosidad | 85 - 125 KU | La medición se la realiza con la ayuda de un viscosímetro a temperatura de 25°C con un volumen de 500 ml. |
| Densidad | 1.2 - 1.5 gr/cm ³ | La densidad se determina con la ayuda de una copa peso por galón. |
| pH | 7.5 - 8.5 | La medición se realiza con un pHmetro. |
| Finura | 4-4.5 NS | La medición se la realiza en un grindometro. |
| Limpieza | Igual al estándar | El control se lo realiza visualmente en película aplicada en donde debe existir ausencia de grumos |
| Resistencia al restregado | Mínimo 500 ciclos | Esta prueba determina la durabilidad y resistencia de la pintura aplicada a condiciones climáticas como sol, lluvia, viento, smog. Según la NTE para que una pintura sea considerada para ser usada en exteriores deberá cumplir mínimo 500 ciclos. |

FUENTE: El autor

1.3.2.2 FILTRACIÓN Y ENVASADO

Estas operaciones en forma consecutiva son la etapa final del proceso de fabricación, quedando el material listo para su expedición (ver figura 1.3.3.6-1).

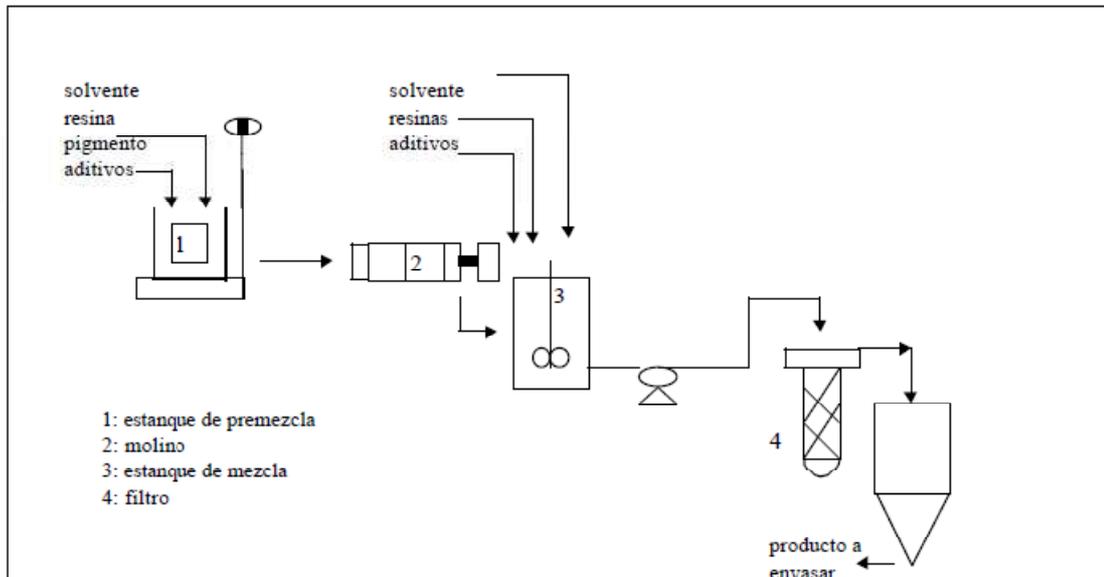


Figura 1.3.3.6-1 Diagrama de fabricación de pintura

1.4 RESINAS FABRICADAS EN PINTURAS CONDOR

En 1936, fueron introducidas en los mercados las resinas de urea, son de color transparentes sus mezclas con resinas alquídicas proporcionan películas con excelentes propiedades y con grandes posibilidades de adaptar el producto a las necesidades del cliente. Esto es así gracias al gran número de resinas alquídicas existente en el mercado. Los tipos más usados son las alquídicas cortas y medias en aceite.

La proporción de resina amínica varía entre el 15% y el 30%, aunque en casos especiales pueden sobrepasarse estos límites por cualquiera de sus extremos.

Para mezclar con resinas amínicas se emplean resinas alquídicas modificadas con aceites secantes o semi-secantes solamente en acabados blancos, cuando se quiere

obtener una buena conservación del color a lo largo del tiempo, se usan alquídicas no oxidables.

1.4.2 TIPOS DE RESINAS

1.4.1.1 RESINAS ALQUIDICAS: Son simplemente, resinas de poliéster saturado modificadas con ácidos grasos, Es decir, una resina poliéster es la que se obtiene mediante la reacción de un alcohol poli funcional con un ácido polibásico, y para obtener una resina alquídica debe reaccionar además con un ácido mono funcional o aceite.

1.4.1.2 RESINAS POLIESTER: La fabricación puede realizarse en instalaciones similares a las que fabrican las resinas alquídicas o los poliésteres saturados, pero a temperaturas algo más bajas. Las resinas de poliéster insaturado reaccionan normalmente con monómeros, el más habitual de los cuales es el estireno. Esta reacción se efectúa por aporte de calor, o por mezcla con peróxidos o similares, o por la acción de ciertas radiaciones ionizantes (UV y EB). También pueden reaccionar consigo mismas (homo polimerización), aunque este tipo de reacción es mucho más lenta que la anterior de copolimerización. La reacción de copolimerización proporciona a los poliésteres insaturados la posibilidad de trabajar con recubrimientos que no tienen necesidad de evaporar el disolvente para la formación de la película, pues el propio monómero sirve para reducir la viscosidad de la resina hasta alcanzar la requerida para su aplicación, por lo que permitirá trabajar con recubrimientos de mayor grosor.

1.4.1.3 RESINAS VINÍLICAS: Son emulsiones, como también se las conoce en el campo de los recubrimientos, se utilizan preferentemente para la fabricación de pinturas plásticas. Para tener una idea de lo que representan en el sector de pinturas podemos citar un estudio sobre la producción de pinturas en Alemania en el año 1988. De una producción total de 1.200.000 toneladas, las pinturas en emulsión alcanzaron las 336.000 ton, un 31%. Y si añadimos revoques y

pinturas de silicato, la cantidad resultante 550.000 ton, lo que representa un 43% sería de la producción total de pinturas.

1.4.1.4 RESINAS DE UREA FORMALDEHÍDO: La mayor parte de la producción de formaldehído ha sido destinada a la fabricación de resinas. Estas resinas son usadas como adhesivos para la fabricación de elementos de madera unidos que comprenden tablas de aglomerado, tablas de fibras, y madera terciada.

1.4.1.4.1 TIPOS DE RESINAS UREA FORMALDEHÍDO.

- **Las resinas de fenol-formaldehído** son usadas como componentes para el moldeo. Sus propiedades térmicas y eléctricas permite que sean usadas en componentes eléctricos y e automóviles. La fabricación de madera terciada es el mayor mercado para las resinas de fenol-formaldehído.
- **Las resinas de urea-formaldehído** son también usadas como componentes de moldeo y como componentes húmedos que otorgan resistencia al papel. La fabricación de tablas de aglomerado es el mayor mercado para las resinas de urea-formaldehído.
- **Las resinas de melamina-formaldehído** son usadas como láminas decorativas, componentes para moldeo de utensilios usados para comer.

1.4.2. MATERIAS PRIMAS.

- **Para formaldehído.** El formaldehído gaseoso puedes ser generado a partir del para formaldehído calentándolo. Es usado en la fabricación de resinas con bajo contenido de agua. También es usado en la fabricación de resinas de fenol-formaldehído, urea-formaldehído y melamina-formaldehído.
- **Solvente.** Son utilizados en diferentes frases de la fabricación de la resina.
- **Urea** Son elementos que entran dentro de la formulación de la resina.
- **Aditivos** Son compuestos que regulan el pH para reaccionar en el proceso.

CAPÍTULO II

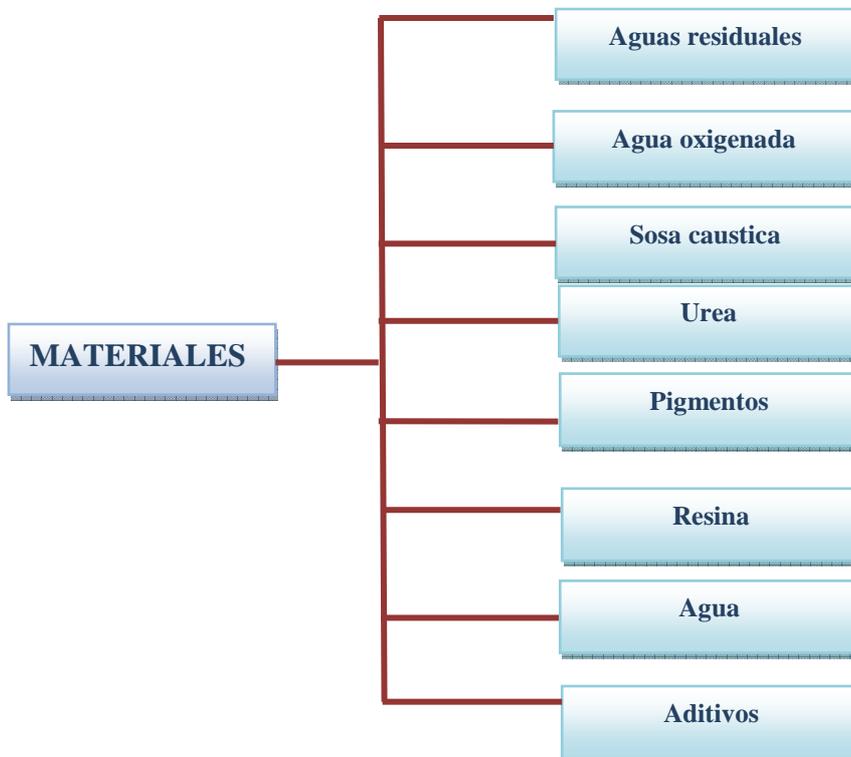
PARTE EXPERIMENTAL

2 PARTE EXPERIMENTAL

2.1 LOCALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación se desarrolló en el Laboratorio Técnico de investigación y Desarrollo de la Empresa Pinturas Cóndor ubicada en la provincia de Pichincha en la ciudad de Quito.

2.1.1 MATERIALES



Aguas residuales: son el resultante del proceso de fabricación de resinas tanto alquídicas, poliésteres y urea formaldehído de las cuales fueron utilizadas en diferentes concentraciones para determinar su reutilización en el proceso de fabricación de pinturas.

Agua Oxigenada: Se emplea para acelerar el proceso de oxidación del agua residual en la etapa de aireación en concentraciones del 0.002%.

Sosa Caústica: Para la neutralización del agua residual de tal manera que se establezca el pH en un rango (7 a 8) para lo que preparamos soluciones de NaOH al 10 % adicionando 400 mL de agua 20 mL de esta solución.

Urea: Se destino para hacer reaccionar el formaldehído libre presente en el agua residual del proceso de fabricación de la resina urea formaldehído en un pH básico dando como resultado dimetilourea.

Pigmento: Utilizado como una de la materias primas para la fabricación de la pintura, además de ser el responsable de dar el color y el cubrimiento, entre los pigmentos utilizados tenemos el dióxido de titanio y de relleno, carbonatos, caolines y talcos.

Resina: Es la responsable de brindar la adherencia y la resistencia a la pintura, se emplea resina de tipo vinil acrílica.

Agua: constituye el vehículo de la pintura junto con la resina y es el solvente empleado en la fabricación de la pintura acuosa (látex).

Aditivos: Los aditivos son sustancias químicas que participan en la fabricación de pinturas en mínimas cantidades pero son encargados de brindar propiedades específicas de acabado a la pintura; entre los aditivos principales tenemos: dispersantes, espesantes, antiespumantes, agentes de superficie, anti piel, preservantes.

2.2 MUESTREOS

2.2.1 TOMA DE MUESTRAS

a. Número de muestras

Las muestras de aguas residuales fueron tomadas del tanque de almacenamiento donde son recolectadas luego del proceso de fabricación de la resina, las aguas residuales son de tipo azeotrópica es decir que son el resultado de la fase de condensación al pasar por la torre de enfriamiento la resina fabricada.

Las agua residuales (de la resinas poliéster, alquídicas y urea formaldehido) presenta similares característica, en su composición contienen isobutanol, glicoles, anhídrido ftálico, y en el caso de la resina urea formaldehido formol libre.

b. Tipo de muestras

Las muestras fueron puntuales y simples para determinar el pH, DBO, DQO, concentración de isobutanol, concentración de formol libre, y a su vez el porcentaje de participación en la fabricación de pintura de las mismas.

c. Extracción de las muestras

En total fue tomada 3 muestras que corresponden a los tres tipos de aguas que se generan como resultado de la fabricación de las resina, en cantidades de 4 litros.

Las muestras extraídas fueron tomadas minutos después de que finalizo el proceso de fabricación de cada resina, cabe indicar que por la presencia de sustancias que son muy volátiles deben ser almacenadas herméticamente para evitar fugas y por ende tener muestras representativas para los análisis posteriores que arrojen en su mayoría datos muy exactos.

Las muestras se clasificaron de la siguiente manera:

Muestra A: corresponde al agua residual de la resina poliéster

Muestra B: corresponde al agua residual de la resina alquídica.

Muestra C: corresponde al agua residual de la resina urea-formaldehido

d. Normas a utilizarse

Para la caracterización del agua se emplearon normas técnicas ecuatorianas NTE: 1202 para el DBO y la 1203 para el DQO (ver anexo I y II) y las TULAS libro VI anexo I(ver anexo IV); y en el caso de la determinación de los parámetro de calidad y especificaciones técnicas de la pintura se emplearon procedimientos propios de la empresa los cuales se representan con las siglas MTE-003, MTE-010, MTE-035, MTE-

025, MTE-019, MTE-028, MTE-055, MTE-039, MTE-042, en este caso la última cifra es el número de procedimiento correspondiente a la determinación de la viscosidad, densidad, cubrimiento en carta tanto húmedo como seco, resistencia al restregado, finura, color, limpieza, pH y porosidad respectivamente y la norma técnica ecuatoriana NTE1544.

2.3 MÉTODOS

La metodología es según el método experimental ya que todos los resultados y análisis se basan en la experimentación.

2.4 TÉCNICAS

La investigación consta de dos fases: caracterización de aguas residuales generadas en la planta de producción de resinas y simulación en el laboratorio (elaboración de pintura).

2.4.1 PRIMERA FASE

2.4.1.1 AGUAS RESIDUALES A TRATAR

Determinación de la cantidad de agua generada en producción de las resinas alquídica, poliéster y urea formaldehído, seguido de la caracterización de estas, para establecer el tipo de tratamiento a seguir para su reutilización en la fabricación de pintura acuosa.

En la planta de resinas genera 3 tipos de agua con similares características (contienen glicoles, isobutanol, anhídrido ftálico, formol libre) en el caso de la producción de resina alquídica (muestra A) se obtiene alrededor de 600 Kg de agua residual, en resina poliéster (muestra B) 300 Kg de agua residual y en la resina urea formaldehído (muestra D) 1200 Kg los cuales se tienen por cada lote producido de resina. Mensualmente se fabrica 15 lotes de resina alquídica, 1 a 2 de resina poliéster y 3 de resina urea formaldehído. Por lo tanto al mes se generan 12600 kg de agua residual y anualmente

151200 kg que no pueden ser desalojados a la alcantarilla por el grado de contaminación, por lo cual son almacenadas en tambores para ser eliminadas por incineración con costos de 100000 dólares anuales a la compañía.

Para esto se va realizar un tratamiento que iniciara con la aireación del agua residual en mezcla a diferentes tiempos (24 horas, 48 horas, 72 horas y 96 horas) acelerando el proceso de oxidación con la ayuda de peróxido de hidrogeno, estabilizando el pH con sosa caustica ya que este es muy acido (3.5) inicialmente y para eliminar el formol libre (concentración inicial 10%) adicionando urea, posteriormente se realizara la caracterización del agua tanto DBO, DQO, pH concentración de isobutanol y formol libre (ver tabla 2.4.1.1-1).

TABLA 2.4.1.1-1 PRUEBAS A REALIZAR EN EL AGUA TRATADA

| | Aireación | pH | DQO (mg/l) | DBO (mg/l) | Formol libre (%) | Concentración de isobutanol (mg/l) |
|--|-----------|-------|------------|------------|------------------|------------------------------------|
| Agua residual Tratada (Mezcla de muestra A, B y C) | 24 h | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| | 48h | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| | 72h | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| | 96h | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |

FUENTE: ELAUTOR

2.4.1.1.1 Determinación del pH

- *Objetivo*

Determinar la concentración de iones hidrogeno (pH) presente en el agua residual.

- ***Equipos, materiales y reactivos***

- a. Medidor de pH
- b. Vaso de precipitación de 50 ml
- c. Espátula
- d. Muestra a analiza
- e. Solución Buffer pH 4
- f. Solución buffer pH 7
- g. Solución buffer pH 10
- h. Agua destilada

- ***Procedimiento***

Calibración del pH-metro

Proceder según el manual del equipo para la respectiva calibración, tomar como referencia la técnica de los dos puntos de calibración. Ejemplo: si se va a medir una muestra cuyo pH oscila entre 4-5 calibrar primero con el punto bajo y utilizar el buffer de pH=4 y seguidamente calibrar con el punto alto y utilizar el buffer de pH=7 y viceversa.

Determinación del pH de una muestra.

Después de calibrar el equipo, este está listo para medir el pH de una muestra.

Proceder como sigue:

- a) Lavar con agua destilada el electrodo del pH-metro.
- b) Colocar el electrodo y el sensor de la temperatura en la muestra.
- c) Agitar la muestra con el electrodo y el sensor de la temperatura.
- d) Tomar la lectura del pH luego de 15 segundos
- e) Apagar el pH-metro y enjuagar el electrodo con agua destilada
- f) Realizar otra determinación con el mismo procedimiento descrito anteriormente.

- **Cálculos**

No existen

- **Reporte**

Reportar el valor promedio de las determinaciones realizadas.

2.1.1.2 Determinación del DBO

- **Objetivo**

Determinar el la demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) presente en el agua residual.

- **Equipos, materiales y reactivos**

- i. Frascos Winkler color ámbar
- j. Vaso de precipitación de 50 ml
- k. Espátula
- l. Tubos de ensayo
- m. Pipetas de 10 ml
- n. Muestra a analizar.
- o. Reactivo álcali-yoduro-azida
- p. Tiosulfato de sodio
- q. Almidón
- r. Sulfato de magnesio
- s. Agua destilada

- **Procedimiento**

Proceder como sigue:

- a) Tomar la medida de oxígeno disuelto inicial a la muestra de agua, para esto colocar en un tubo de ensayo 1 ml del reactivo álcali-yoduro-azida y adicionar 10 ml de la muestra de agua encubada, para realizar la oxidación del ion yoduro presente en el reactivo a yodo por el oxígeno disuelto en la muestra. Realizar la valoración del yodo en presencia de Tiosulfato de sodio usando como indicador almidón, en medio ácido y en presencia de sulfato de magnesio.
- b) Lavar con agua destilada los frascos Winkler.
- c) Llenar por completo 3 frascos Winkler, evitando al máximo atrapar burbujas de aire en su interior.
- d) Dejar encubar en condiciones controladas (20° C, oscuras y por 5 días).
- e) Luego de 5 días medir la cantidad de oxígeno disuelto presente (OD_F).
- f) Paralelamente prepara un blanco de reactivos BK.
- g) El reactivo BK se prepara con 1 ml de agua residual, llevarla a un litro de agua destilada y encubar esta por triplicado.
- h) Colocar en un tubo de ensayo 1 ml del reactivo álcali-yoduro-azida y adicionar 10 ml de la muestra de agua encubada, para realizar la oxidación del ion yoduro presente en el reactivo a yodo por el oxígeno disuelto en la muestra.
- i) Realizar la valoración del yodo en presencia de Tiosulfato de sodio usando como indicador almidón, en medio ácido y en presencia de sulfato de magnesio.

- **Cálculos**

El cálculo es la diferencia entre el valor tomado inicialmente a la muestra de agua y el valor final luego de los 5 días de incubación.

$$DBO_5 = (OD_I - OD_F)$$

- **Reporte**

Reportar el valor en gramos de oxígeno por metro cúbico de agua (g/m³).

2.1.1.3 Determinación del DQO

- **Objetivo**

Determinar la demanda química de oxígeno (DQO) presente en el agua residual.

- **Equipos, materiales y reactivos**

- t. Vaso de precipitación de 50 ml
- u. Pipeta de 10 ml
- v. Balón de aforo de 100 ml
- w. Termoreactor TR300 (MERK)
- x. Espectrofotómetro (HACH DR/2000)
- y. Muestra a analizar.
- z. Dicromato Potásico Sulfúrico concentrado.
- aa. Sulfato de plata.

- **Procedimiento**

Proceder como sigue:

- a) Colocar en un balón de aforo 10 ml de la muestra de agua a analizar, y llevar a 100 ml con agua destilada.
- b) Tomar 2 ml de esta solución y colocar en 3 tubos de ensayo.
- c) Colocar 1 ml de solución preparada con Dicromato potásico sulfúrico y sulfato de plata.
- d) Dejar reaccionar en el Termoreactor por dos horas a 150 ° C.
- e) Finalmente medir el desarrollo de color a 620 nm en el espectrofotómetro.

- **Cálculos**

No existen

- **Reporte**

Reportar el valor en gramos de oxígeno por metro cúbico de agua (g/m^3)

2.1.1.4 Determinación del Formol libre

- **Objetivo**

Determinar el porcentaje de formol libre presente en el agua residual.

- **Equipos, materiales y reactivos**

- bb. Balón de aforo de 100ml
- cc. Pipeta de 10 ml
- dd. Vaso de precipitación de 100 ml
- ee. Varilla de agitación
- ff. Tubos de ensayo
- gg. Kit para determinación de formol HACH

- **Procedimiento**

Proceder como sigue:

- f) Colocar 10 ml de agua en un balón de aforo y llevar a 100 ml con agua destilada.
- g) Tomar 2 ml de esta solución y colocar en 3 tubos de ensayo.
- h) Colocar un sobre que contiene el reactivo para la determinación de formol.
- i) Agitar por 10 minutos.
- j) Hasta que la coloración fucsia se torne transparente.
- k) Finalmente medir el porcentaje de formol en el equipo HACH.

- **Cálculos**

No existen.

- **Reporte**

Reportar el valor en porcentaje de formol libre.

2.1.1.5 Determinación de Isobutanol

- **Objetivo**

Determinar el porcentaje de isobutanol presente en el agua residual.

- **Equipos, materiales y reactivos**

- i. Balón de aforo de 100ml
- ii. Pipeta de 10 ml
- iii. Vaso de precipitación de 100 ml
- iv. Varilla de agitación
- v. Cromatografo de gases.
- vi. Microjeringa de 10µlitros
- vii. Columna de empacado de 2 m por 2 milímetros de silica fundida (CARBOGRAH 1AW30).
- viii. Estándar (2 butanol al 99.5 por ciento concentración 50 ppm)
- ix. Gas de arrastre Nitrógeno
- x. Agua destilada.

- **Procedimiento**

Proceder como sigue:

Condiciones cromatograficas

- l) Programar el horno a 80 °C/5°C/min; 130 °C/ min 180°C /30 min
- m) Detector FID 150 °C
- n) Gas de arrastre Nitrógeno a 12ml/min

- o) FID hidrogeno aproximadamente 25 ml/min
- p) FID aire aproximadamente 250 ml/min.

Prueba del isobutanol

- I. Preparar diluciones de las muestras de agua para la determinación (2ml de agua residual llevar a 100ml)
- II. Inyectar 10 µl del estándar
- III. Dejar correr el equipo
- IV. Luego inyectar 1 micro litro de la muestra analizar
- V. Dejar correr el equipo
- VI. Repetir el paso IV y V las veces que se vayan a realizar las determinaciones.

- **Cálculos**

No existen.

- **Reporte**

Reportar el valor en miligramos de isobutanol por litro de agua (mg/l).

2.4.2 SEGUNDA FASE

En esta etapa se elabora la pintura con diferentes porcentajes de participación del agua residual de tal manera que podamos definir el porcentaje que se puede utilizar sin alterar ninguno de los parámetros de calidad de la pintura acuosa.

2.4.2.1 Fabricación de pintura

El proceso de fabricación de pintura inicia con la recepción de materias primas indicadas en una fórmula patrón con un orden de fabricación respectiva, una vez

receptada la materia primase se carga al tanque disperso agua, pigmentos, aditivos dispersantes, humectantes y agentes de superficie que facilitan el proceso, la dispersión se realiza entre 700 y 800 RPM por un tiempo aproximado de 20 min, el control de proceso que se realiza es la finura que será el indicativo de que ha finalizado la dispersión caso contrario se seguirá hasta obtener una finura de 4 a 5 NS. Seguidamente en un tanque de mezclado se prepara una solución que contiene espesante y agua, a esta se incorpora la pasta, se adiciona la resina, fungicida y bactericida y el resto de agua (en esta parte es donde se incorporar el agua que se vaya a reutilizar, es decir el agua tratada en la primera fase); se homogeniza por 10 minutos aproximadamente. Y se realiza el control de calidad, una vez aprobado el producto se filtra y se envasa (ver figura 2.4.2.1-1).

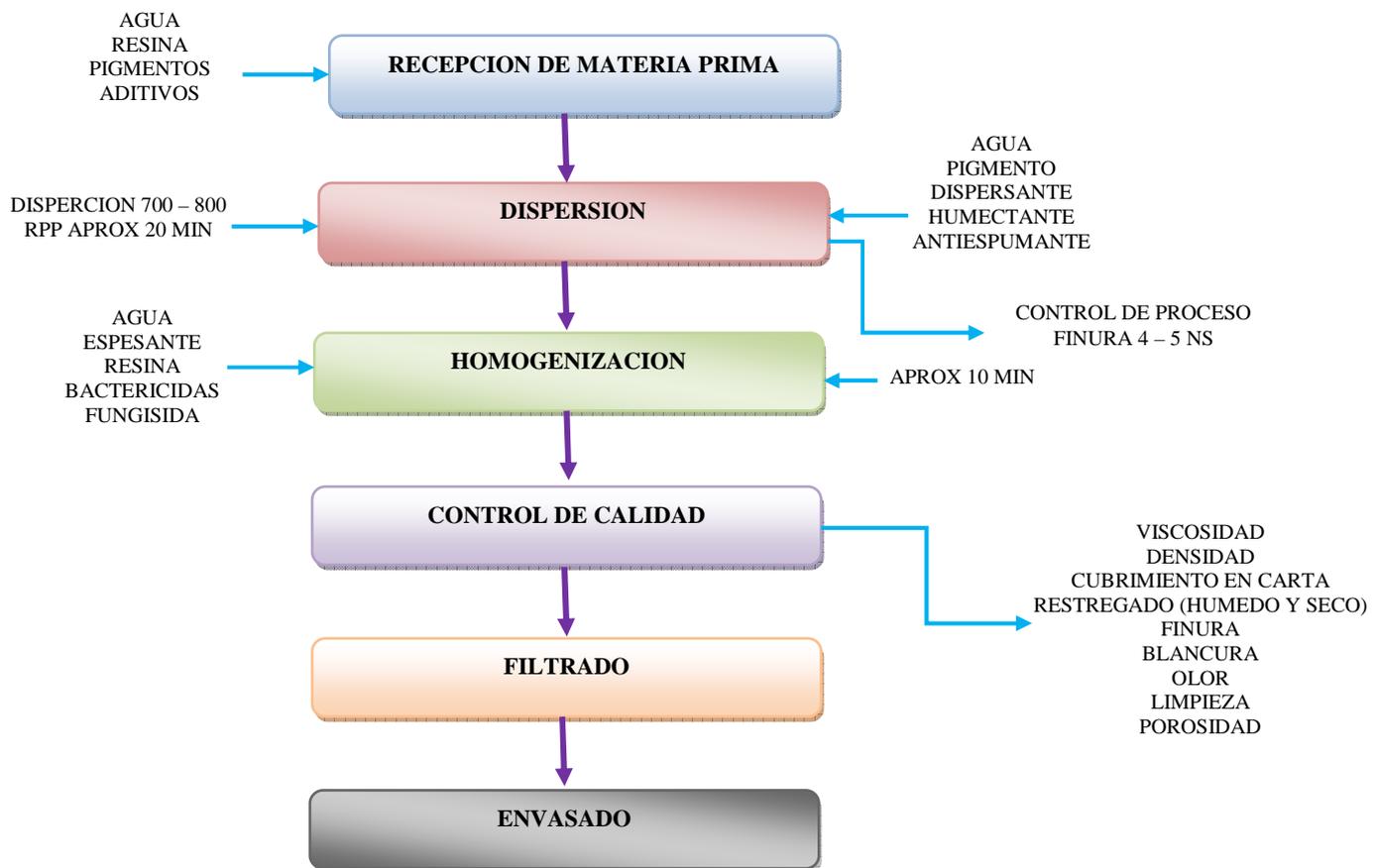


Figura 2.4.2.1-1 Diagrama del proceso de fabricación de Pintura

2.4.2.2 DETERMINACION DE LOS PARAMETROS DE CONTROL DE CALIDAD Y ESPECIFICACIONES TECNICAS.

2.4.2.2.1 DETERMINACION DE LA VISCOSIDAD

- **Objetivo**

Determinar la viscosidad de la pintura.

- **Materiales y Equipos**

- 1) Viscosímetro
- 2) Espátula
- 3) Termómetro
- 4) Envase de 500 ml

- **Procedimiento**

- a) Preparar el viscosímetro colocando el spindle para medir en KU.
- b) Homogenizar la muestra completamente.
- c) Colocar en un recipiente de 500 ml la cantidad suficiente de muestra capaz de cubrir la marca de inmersión del spindle y llevar a temperatura constante 25°C, tener cuidado que el liquido de inmersión no ingrese al recipiente.
- d) Después que la muestra ha alcanzado la temperatura especificada, introducir el spindle hasta la línea de inmersión grabada en el mismo.
- e) Prender el viscosímetro, esperar 30 segundos a que la lectura se estabilice y anotar el dato obtenido.

2.4.2.2.2 DETERMINACION DE LA DENSIDAD (METODO COPA PESO POR GALON)

- **Objetivo**

Determinar la densidad de pinturas, lacas barnices, resinas aditivos y productos afines en estado liquido.

- **Materiales y Equipos**

- i. Copa peso por galón
- ii. Balanza analítica
- iii. Papel
- iv. Muestra a analizar
- v. Espátula

- **Procedimiento**

- a) Limpiar completamente la copa peso por galón asegurándose que no quede en su interior residuos de pelusas o alguna sustancia extraña.
- b) Llenar la copa con la muestra evitando que se atrapen burbujas en su interior.
- c) Tapar la copa e inmediatamente remover y limpiar el exceso de muestra que emerge por orificio de la tapa con un papel absorbente.
- d) Pesar la muestra y registrar el peso en gramos.

2.4.2.2.3 DETERMINACIÓN DE LA LIMPIEZA DE UN PRODUCTO

- **Objetivo**

Determinar la limpieza de productos tales como pintura, lacas, esmaltes, resinas o productos afines.

- **Materiales**

- a) Trazador
- b) Carta de contraste
- c) Espátula
- d) Papel
- e) Muestra a analizar
- f) Cámara de secado

- **Procedimiento**

- a. Homogenizar completamente la muestra con una espátula.
- b. Colocar una carta de contraste.
- c. Encender la bomba de aire para fijar la carta en el trazador.
- d. Colocar el trazador en la parte superior (6 mils).
- e. Colocar la muestra en la parte interna del trazador.
- f. Deslizar el trazador a lo largo de la carta.
- g. Colocar la carta en la cámara de secado para que se seque.
- h. La limpieza se reporta igual o diferente al estándar.

2.4.2.2.4 DETERMINACIÓN DE LA FINURA DE DISPERSIÓN DE SISTEMAS PIGMENTO-VEHÍCULO

- **Objetivo**

Determinar el grado de dispersión (finura) de un pigmento en sistemas pigmento-vehículo, producto intermedio y/o terminado mediante el grindometro.

- **Materiales y Equipos**

- a) Grindometro
- b) Espátula
- c) Trazador análogo
- d) Muestra a analizar

- **Procedimiento**

- i. Colocar el grindometro sobre una superficie plana horizontal y firme.
- ii. Homogenizar la muestra con una espátula
- iii. Colocar la muestra en el extremo más profundo del canal de modo que esta rebose ligeramente la parte superior del equipo.
- iv. Sujetar el trazador con ambas manos en posición vertical pero ligeramente inclinado hacia el operador y desplazar la muestra a lo largo del canal hasta el extremo menos profundo con un movimiento uniforme y rápido en aproximadamente 1-2 segundos.
- v. Realice inmediatamente la lectura mirando el grindometro desde un costado, perpendicular a la longitud del canal, manteniendo el aparato entre el operador y

la fuente de luz en un ángulo de 20-30° entre la superficie del aparato y la línea de visión.

- vi. Observar el punto donde el material comienza a mostrar una mayor concentración de grumos, registrar este punto como lectura de finura; y registrar el punto donde existe ausencia de grumos, registrar este punto como la lectura de limpieza.
- vii. Limpiar el grindometro con un paño suave.
- viii. Efectuar la segunda lectura para obtener un promedio.
- ix. Reportar el valor obtenido en unidades N.S, Hegman o mils (de 0... hasta 8) con aproximación de ½ de unidad.

2.4.2.2.5 DETERMINACION DE LA POROSIDAD

- **Objetivo**

Determinar la porosidad en pintura acuosa.

- **Materiales y equipos**

- a. Carta de contraste
- b. Espátula
- c. Solución de gilsonita
- d. Mineral tourpentine
- e. Papel
- f. Muestra a analizar
- g. Trazador
- h. Cámara de secado

- **Procedimiento**

- a) Homogenizar completamente la muestra
- b) Colocar una carta de contraste sobre el trazador }
- c) Colocar el estándar al lado izquierdo y la muestra a comparar al lado derecho.
- d) Deslizar el trazador rápidamente, el trazo se debe realizar a 6 mils.
- e) Dejar secar en la cámara de secado.
- f) Una vez saca la muestra aplicar con un papel la solución de gilsonita hasta que quede completamente cubierta.
- g) Inmediatamente limpiar con un papel humedecido con mineral tourpentine hasta que este no quede manchado.
- h) Dejar secar, igual al estándar si las 2 muestras quedan iguales, mayor o menor al estándar dependiendo si la muestra queda más o menos manchada.

2.4.2.2.6 DETERMINACION DEL COLOR Y BRILLO EN PINTURAS

METODO VISUAL

- **Objetivo**

Determinar el color y el brillo de pinturas en forma visual por comparación del estándar con las muestras aplicadas en una carta de contraste, este método se aplica para todos los laboratorios de Pinturas Cóndor.

- **Materiales y Equipos**

- a. Cartas de contraste
- b. Recipiente de 500ml de capacidad
- c. Espátula

- d. Cámara de luz
- e. Muestra a analizar
- f. Trazador de espesor definido.

- **Procedimiento**

- i. Tomar una muestra del producto en análisis
- ii. Realizar la aplicación respectiva sobre la carta de contraste según el método correspondiente.
- iii. Dejar secar
- iv. Realizar la comparación del color y del brillo para lo cual se sigue el siguiente procedimiento.

Comparación del color:

- i. Llevar la carta de contraste a la cámara de luz.
- ii. Colocar la carta a la mitad de la cámara de luz manteniéndola con una inclinación aproximada de 105° respecto al operador.
- iii. Prender la cámara en la opción D65 (luz del día).
- iv. Comparar visualmente el color de la muestra con el estándar en los contrastes blanco y negro de la carta de contraste, las siguientes características:
- v. La diferencia de color entre más claro y más oscuro respecto al estándar.
- vi. La intensidad de color (más intenso o menos intenso).
- vii. El tono de color.

- viii. Para la aprobación de color visual se seguirá el siguiente criterio: que la muestra este igual o lo más cercano posible al estándar en las tres características indicadas anteriormente.

Comparación de Brillo:

- i. Llevar la carta de contraste a la cámara de luz.
- ii. Colocar la carta a la mitad de la cámara de luz manteniéndola con una inclinación aproximada de 105° respecto al operador.
- iii. Prender la cámara en la opción D65 (luz del día).
- iv. Comparar visualmente el brillo de la muestra con el estándar en diferentes ángulos y los contrastes blanco y negro de la carta de contraste, el tipo de brillo puede ser: mate, brillante, semibrillante o satinado.
- v. Para la aprobación de brillo visual se seguirá el siguiente criterio: que la muestra este igual o lo más cercano posible al estándar en las tres características indicadas anteriormente.

2.4.2.2.7 DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA ABRASION HUMEDA (RESTREGADO).

- **Objetivo**

Determinar la resistencia a la abrasión húmeda en pinturas arquitectónicas para pared plana, este método se aplica para la determinación de la resistencia a la abrasión húmeda (restregado), y es utilizado en los laboratorios de Pinturas Cóndor.

- **Materiales, equipos y reactivos**

- a. Maquina de lavado (Consiste esencialmente de un motor eléctrico montado en una plancha de metal y un mecanismo por medio del cual el motor imprime al cepillo un movimiento reciproco a lo largo de la lamina de prueba sujeta a la plancha.)
- b. Cepillo (cepillo con base de aluminio, cerdas nylon o su equivalente, lamina de caucho y un soporte, cuya masa total sea de 454 g.
- c. Lamina de vidrio esmerilado (corresponde a una lamina de vidrio de dimensiones de 18x45 x 0,6 cm. O se puede usar una lámina de plástico negro leneta P-121-10N (o similar).
- d. Espátula
- e. Marco con empaque y grapas
- f. Recipiente.
- g. Aplicador de películas (es un aplicador de película de 7 mils).
- h. Muestra a analizar
- i. Solución de detergente (solución acuosa al 5% de detergente sintético aniónico (INEN1543)) (ver anexo III).

- **Procedimiento**

Preparación de la superficie:

- a. Tomar un vidrio (asegurarse que la superficie esté libre de grasas, aceite, polvo, suciedad u otros contaminantes).

- b. Aplicar una película anticorrosivo epóxico verde para todos los colores arquitectónicos, excepto para el verde (para este color aplicar una película anticorrosivo epóxico rojo o blanco) para obtener un espesor seco aproximado de 1,0 a 1,5 mils.
- c. Dejar secar según las especificaciones del producto.
- d. Homogenizar la muestra, si es posible filtrar para remover las natas y partículas.
- e. Colocar el vidrio en una superficie plana horizontal y firme.
- f. Codificar el vidrio con los datos correspondientes a: código, orden de fabricación, fecha de ensayo.
- g. Sujetar el vidrio a la mesa de trabajo con cinta adhesiva.
- h. Colocar el aplicador de película para realizar el trazo húmedo a 7 mils.
- i. Colocar la muestra en el interior del aplicador y realizar el trazo a velocidad y presión constante (evitando la formación de agujeros o vacíos en la película).
- j. Dejar secar en posición horizontal el panel aplicado por 7 días a temperatura y humedad relativa ambiente.

Prueba de restregado

- a. Preparar el equipo.
- b. Humectar el cepillo 15 min antes.
- c. Limpiar el panel de ensayo.
- d. Colocar el panel de ensayo sobre la bandeja e instalar el equipo.
- e. Sujetar el panel a la máquina de lavado de tal forma que el o los cepillos en su recorrido pasen por el centro del panel.
- f. Seleccionar de 35 +/- 5 cilos/minuto la velocidad en que debe moverse el cepillo.

- g. Agitar la solución de detergente a lo largo del panel por el camino del o los cepillos.
- h. Retirar el o los cepillos del agua y escurrir
- i. Colocar el o los cepillos en el equipo de lavado de tal modo que queden sobre el panel.
- j. Poner en funcionamiento el motor del equipo.
- k. Humectar la superficie continuamente con la solución de detergente mientras esté en funcionamiento el equipo.
- l. Iniciar el ensayo asegurándose que el contador de ciclos este en cero.
- m. Observar el paso del cepillo sobre el área de ensayo hasta determinar que se ha desgastado el 50% de la película de pintura (hasta que se vea la película de anticorrosivo epóxido), en ese momento detener la acción de la maquina.
- n. Registrar el numero de ciclos indicados en la maquina.

2.4.2.2.8 DETERMINACIÓN DE ESTABILIDAD EN LA PINTURA COMO PRODUCTO ACABADO.

- **Objetivo**

Determinar la estabilidad de la pintura como producto acabado.

- **Materiales y equipos**

- a. Muestra a analizar
- b. Envase de 500 ml
- c. Horno

- **Procedimiento**

- a. Colocar la muestra a analizar en un envase de 500 ml
- b. Prender el horno y llevar a una temperatura constante de 60°C
- c. Introducir la muestra en el horno y dejarla por 7 días.
- d. Trascorrido los 7 días sacar la muestra y dejar enfriara temperatura ambiente.
- e. Una vez fría la muestra destapar y observar si existe separación de fases, formación de natas, descomposición.
- f. Medir viscosidad, realizar trazo para ver cubrimiento en cata y reportar los valores obtenidos.

2.5 DATOS EXPERIMENTALES

2.5.1 PRIMERA FASE

Se observan los datos experimentales en las tablas 2.5.1-1, 2.5.1-2 y 2.5.1-3

TABLA 2.5.1-1 PARAMETROS FISICO-QUIMICOS INICIALES DEL AGUA RESIDUAL

| MEZCLA DE AGUA RESIDUAL (MUESTRA A, B y C) | pH | DQO (mg/l) | DBO (mg/l) | FORMOL LIBRE (%) | ISOBUTANOL (mg/l) |
|---|-----------|-------------------|-------------------|-------------------------|--------------------------|
| | 3,5 | 23390 | 9687,42 | 10 | 4438.02 |

FUENTE: EL AUTOR

TABLA 2.5.1-2 ENSAYO PARA DISMINUIR EL FORMOL LIBRE

| AGUA RESIDUAL | UREA | HIDROXIDO DE SODIO | TIEMPO DE AGITACION |
|----------------------|-------------|---------------------------|----------------------------|
| 4000 g | 280 g | 4 g | 1 HORA |

FUENTE: EL AUTOR

**TABLA 2.5.1-3 TIEMPO DE AIREACIÓN CON ADICION DE PERÓXIDO DE
HIDROGENO**

| MEZCLA DE AGUA RESIDUAL (MUESTRA A, B y C) | TIEMPO DE AIREACION | CANTIDAD DE PEROXIDO DE HIDROGENO |
|---|--------------------------------|--|
| 4000 g | 24 h | 0.001 % |
| 4000 g | 48 h | 0.001 % |
| 4000 g | 72 h | 0.001 % |
| 4000 g | 96n | 0.001 % |

FUENTE: EL AUTOR

5.2 SEGUNDA FASE

Se pueden apreciar los datos en la tabla 5.2-1 y 5.2-2

**TABLA 2.5.2-1 PORCENTAJE DE PARTICIPACION DEL AGUA RESIDUAL
EN LA FABRICACION DE LA PINTURA**

| MUESTRA DE AGUA | % DE PARTICIPACION |
|---|---------------------------|
| TIEMPO DE AIREACION (24, 48, 72 y 96 horas) | 5 % |
| TIEMPO DE AIREACION (24, 48, 72 y 96 horas) | 10 % |
| TIEMPO DE AIREACION (24, 48, 72 y 96 horas) | 15 % |
| TIEMPO DE AIREACION (24, 48, 72 y 96 horas) | 20 % |
| TIEMPO DE AIREACION (24, 48, 72 y 96 horas) | 25 % |
| TIEMPO DE AIREACION (24, 48, 72 y 96 horas) | 30 % |

FUENTE: EL AUTOR

Además en la tabla 2.5.2-2 se puede observar las especificaciones técnicas y los parámetros de calidad sobre los cuales son aprobadas las pinturas.

**TABLA 2.5.2-2 PARAMETROS DE CALIDAD Y ESPECIFICACIONES
TECNICAS DE LA PINTURA ACUOSA**

| ESTANDAR | |
|---|-------------------------------|
| COLOR | BLANCO |
| CUBRIMIENTO HUMEDO | ESTANDAR |
| CUBRIMIENTO SECO | ESTANDAR |
| BRILLO | ESTANDAR (MATE) |
| VISCOSIDAD (118-125 KU a 25°C) | 123 (KU) |
| DENSIDAD | 1.374 g/ml |
| Ph | 7.78 |
| FINURA | 4 |
| LIMPIEZA | ESTANDAR (AUSENCIA DE GRUMOS) |
| POROSIDAD | ESTANDAR |
| RESTREGADO (1000-1200 CICLOS) | 1101 CICLOS |
| OLOR | ESTANDAR |
| ESTABILIDAD (7 días en horno a 60°C) (*) | |
| VISCOSIDAD | 123 |
| CUBRIMIENTO HUMEDO | ESTANDAR |
| CUBRIMIENTO SECO | ESTANDAR |

FUENTE: LABORATORIO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD
PINTURAS CONDOR

(*) No presenta ningún cambio de aspecto, no existe separación de fases, ni formación de natas y las propiedades son las mismas que se determino inicialmente.

CAPÍTULO III

CÁLCULOS Y RESULTADOS

3.1. CÁLCULOS Y RESULTADOS

3.1.1 CALCULOS

Se realizó la caracterización fisicoquímica del agua residual a tratar de tal manera que se pudo escoger el tratamiento más óptimo en base a las características que el agua que se tenía, los resultados se observan en la tabla 3.1.1-1

TABLA 3.1.1-1 CARACTERIZACION FISICO-QUIMICA

| MEZCLA DE AGUA RESIDUAL (MUESTRA A, B y C) | pH | DQO (mg/l) | DBO (mg/l) | FORMOL LIBRE (%) | ISOBUTANOL (mg/l) | NORMA |
|---|-----------|-------------------|-------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|
| | 3,5 | 23390 | 9687,4 2 | 10 | 4438.02 | TULAS LIBRO VI ANEXO I |

PRIMERA FASE

En la primera fase no se realizaron ningún tipo de cálculos, en esta fase se considero los parámetros físico-químicos iniciales que se determinaron en el agua residual, y se fueron tomando diferentes tipos de muestras según transcurridos los tiempos de aireación para caracterizar estas muestra y verificar si existe reducción de estos.

3.1.2 RESULTADOS DE LA PRIMERA FASE

En esta fase el tratamiento escogido para el agua residual fue la aireación debido a las características fisicoquímicas que presento el agua es decir un pH extremadamente ácido y la presencia de compuestos químicos orgánicos volátiles.

Los resultados obtenidos se pueden apreciar en las tablas 3.1.2-1, 3.1.2-2, 3.1.2-3 y 3.1.2-4.

TABLA 3.1.2-1 AGUA CON AIREACION DE 24 HORAS

| MUESTRA DE AGUA | pH | DQO | DBO | FORMOL LIBRE | ISOBUTANOL |
|------------------------|-----------|--------------|----------------|---------------------|-------------------|
| 24 HORAS DE AIREACION | 5.2 | 17305 (mg/l) | 7219.54 (mg/l) | 7 % | 4342,57 (mg/l) |

TABLA 3.1.2-2 AGUA CON AIREACION DE 48 HORAS

| MUESTRA DE AGUA | pH | DQO | DBO | FORMOL LIBRE | ISOBUTANOL |
|------------------------|-----------|--------------|----------------|---------------------|-------------------|
| 48 HORAS DE AIREACION | 6.1 | 12170 (mg/l) | 4931.77 (mg/l) | 5 % | 2817.23 (mg/l) |

TABLA 3.1.2-3 AGUA CON AIREACION DE 72 HORAS

| MUESTRA DE AGUA | pH | DQO | DBO | FORMOL LIBRE | ISOBUTANOL |
|------------------------|-----------|-------------|----------------|---------------------|-------------------|
| 72 HORAS DE AIREACION | 6.9 | 5432 (mg/l) | 3209.34 (mg/l) | 3 % | 1983.61 (mg/l) |

TABLA 3.1.2-4 AGUA CON AIREACION DE 96 HORAS

| MUESTRA DE AGUA | pH | DQO | DBO | FORMOL LIBRE | ISOBUTANOL |
|------------------------|-----------|-------------|---------------|---------------------|-------------------|
| 96 HORAS DE AIREACION | 7.4 | 2040 (mg/l) | 1012.5 (mg/l) | 1 % | 184.29 (mg/l) |

SEGUNDA FASE

3.2 FABRICACION DE PINTURA CON DIFERENTES PORCENTAJES DE AGUA.

Se realizaron diferentes ensayos elaborando pintura con la participación del agua residual a diferentes concentraciones y determino los parámetros de calidad y técnicos para verificar que no exista ninguna alteración en las propiedades de la pintura acuosa, como son viscosidad, densidad, cubrimiento en carta húmedo y seco, pH, finura limpieza, restregado, color, brillo, porosidad y estabilidad. Además de verificar que no exista la presencia de ningún olor desagradable que emane una vez que se aplique la pintura sobre una superficie.

3.2.1 RESULTADOS DE LA SEGUNDA FASE

Se los puede apreciar en las tablas 3.2-1, 3.2-2, 3.2-3 y 3.2-4

TABLA 3.2-1 ESPECIFICACIONES TECNICAS Y PARAMETROS DE CALIDAD DE LA PINTURA ELABORADA CON EL AGUA RESIDUAL CON TIEMPO DE AIREACION DE 24 HORAS

| PARAMETROS DE CALIDAD | 5% | 10% | 15% | 20% | 25% | 30% | NORMA | METODO TECNICO |
|--------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------|-----------------------|
| COLOR | Blanco | Blanco | Blanco | Blanco | Blanco | Blanco | NTE 1544 | MTE028 |
| CUBRIMIENTO HUMEDO | Igual al estándar | NTE 1544 | MTE035 |
| CUBRIMIENTO SECO | Igual al estándar | NTE 1544 | MTE035 |
| BRILLO | Igual al estándar (mate) | NTE 1544 | MTE028 |
| VISCOSIDAD (KU) | 125 | 124 | 123 | 122 | 125 | 122 | NTE 1544 | MTE003 |
| DENSIDAD (g/ml) | 1.33 | 1.332 | 1.34 | 1.35 | 1.32 | 1.3 | NTE 1544 | MTE010 |
| pH | 7,93 | 7.9 | 7.8 | 7.3 | 8 | 8.2 | NTE 1544 | MTE039 |
| FINURA (NS) | 4.5 | 4 | 4.6 | 3.5 | 4.5 | 4 | NTE 1544 | MTE019 |
| LIMPIEZA (AUSENCIA DE GRUMOS) | Igual al estándar | NTE 1544 | MTE055 |
| POROSIDAD | Igual al estándar | NTE 1544 | MTE042 |
| RESTREGADO | 1000 | 1020 | 1025 | 1105 | 1156 | 1005 | NTE 1544 | MTE025 |
| OLOR | Igual al estándar | Leve irritante | Irritante | Irritante | Irritante | Irritante | ----- | ----- |
| ESTABILIDAD | | | | | | | | |
| VISCOSIDAD | 125 | 124 | 123 | 122 | 125 | 122 | NTE 1544 | MTE003 |
| CUBRIMIENTO HUMEDO | Igual al estándar | NTE 1544 | MTE035 |
| CUBRIMIENTO SECO | Igual al estándar | NTE 1544 | MTE035 |

TABLA 3.2-2 ESPECIFICACIONES TECNICAS Y PARAMETROS DE CALIDAD DE LA PINTURA ELABORADA CON EL AGUA RESIDUAL CON TIEMPO DE AIREACION DE 48 HORAS

| PARAMETROS DE CALIDAD | 5% | 10% | 15% | 20% | 25% | 30% | NORMA | METODO TECNICO |
|--------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------|-----------------------|
| COLOR | Blanco | Blanco | Blanco | Blanco | Blanco | Blanco | NTE 1544 | MTE028 |
| CUBRIMIENTO HUMEDO | Igual al estándar | NTE 1544 | MTE035 |
| CUBRIMIENTO SECO | Igual al estándar | NTE 1544 | MTE035 |
| BRILLO | Igual al estándar (mate) | NTE 1544 | MTE028 |
| VISCOSIDAD (KU) | 125 | 119 | 118 | 121 | 120 | 122 | NTE 1544 | MTE003 |
| DENSIDAD (g/ml) | 1.31 | 1.32 | 1.334 | 1.315 | 1.362 | 1.30 | NTE 1544 | MTE010 |
| pH | 7,6 | 7.4 | 7.7 | 7.2 | 8 | 7.1 | NTE 1544 | MTE039 |
| FINURA (NS) | 4.5 | 4 | 4.5 | 4.5 | 4 | 4 | NTE 1544 | MTE019 |
| LIMPIEZA (AUSENCIA DE GRUMOS) | Igual al estándar | NTE 1544 | MTE055 |
| POROSIDAD | Igual al estándar | NTE 1544 | MTE042 |
| RESTREGADO | 1000 | 1020 | 1025 | 1105 | 1156 | 1005 | NTE 1544 | MTE025 |
| OLOR | Igual al estándar | Igual al estándar | Leve irritante | Irritante | Irritante | Irritante | ----- | ----- |
| ESTABILIDAD | | | | | | | | |
| VISCOSIDAD | 125 | 119 | 118 | 121 | 120 | 122 | NTE 1544 | MTE003 |
| CUBRIMIENTO HUMEDO | Igual al estándar | NTE 1544 | MTE035 |
| CUBRIMIENTO SECO | Igual al estándar | NTE 1544 | MTE035 |

TABLA 3.2-3 ESPECIFICACIONES TECNICAS Y PARAMETROS DE CALIDAD DE LA PINTURA ELABORADA CON EL AGUA RESIDUAL CON TIEMPO DE AIREACION DE 72 HORAS

| PARAMETROS DE CALIDAD | 5% | 10% | 15% | 20% | 25% | 30% | NORMA | METODO TECNICO |
|--------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------|-----------------------|
| COLOR | Blanco | Blanco | Blanco | Blanco | Blanco | Blanco | NTE 1544 | MTE028 |
| CUBRIMIENTO HUMEDO | Igual al estándar | NTE 1544 | MTE035 |
| CUBRIMIENTO SECO | Igual al estándar | NTE 1544 | MTE035 |
| BRILLO | Igual al estándar (mate) | NTE 1544 | MTE028 |
| VISCOSIDAD (KU) | 118 | 121 | 119 | 120 | 123 | 122 | NTE 1544 | MTE003 |
| DENSIDAD (g/ml) | 1.30 | 1.312 | 1.344 | 1.356 | 1.321 | 1.33 | NTE 1544 | MTE010 |
| pH | 7,1 | 7.6 | 7.8 | 7.4 | 7.3 | 7.4 | NTE 1544 | MTE039 |
| FINURA (NS) | 4.5 | 4 | 4.6 | 3.5 | 4.5 | 4 | NTE 1544 | MTE019 |
| LIMPIEZA (AUSENCIA DE GRUMOS) | Igual al estándar | NTE 1544 | MTE055 |
| POROSIDAD | Igual al estándar | NTE 1544 | MTE042 |
| RESTREGADO | 1000 | 1020 | 1025 | 1105 | 1156 | 1005 | NTE 1544 | MTE025 |
| OLOR | Igual al estándar | Igual al estándar | Igual al estándar | Leve irritante | Irritante | Irritante | ----- | ----- |
| ESTABILIDAD | | | | | | | | |
| VISCOSIDAD | 118 | 121 | 119 | 120 | 123 | 122 | NTE 1544 | MTE003 |
| CUBRIMIENTO HUMEDO | Igual al estándar | NTE 1544 | MTE035 |
| CUBRIMIENTO SECO | Igual al estándar | NTE 1544 | MTE035 |

TABLA 3.2-4 ESPECIFICACIONES TECNICAS Y PARAMETROS DE CALIDAD DE LA PINTURA ELABORADA CON EL ACUA DE REACCION CON TIEMPO DE AIREACION DE 96 HORAS

| PARAMETROS DE CALIDAD | 5% | 10% | 15% | 20% | 25% | 30% | NORMA | METODO TECNICO |
|--------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------|-----------------------|
| COLOR | Blanco | Blanco | Blanco | Blanco | Blanco | Blanco | NTE 1544 | MTE028 |
| CUBRIMIENTO HUMEDO | Igual al estándar | NTE 1544 | MTE035 |
| CUBRIMIENTO SECO | Igual al estándar | NTE 1544 | MTE035 |
| BRILLO | Igual al estándar (mate) | NTE 1544 | MTE028 |
| VISCOSIDAD (KU) | 119 | 122 | 121 | 118 | 125 | 120 | NTE 1544 | MTE003 |
| DENSIDAD (g/ml) | 1.333 | 1.323 | 1.314 | 1.335 | 1.322 | 1.321 | NTE 1544 | MTE010 |
| pH | 7,3 | 7.6 | 7.4 | 7.3 | 7.2 | 7 | NTE 1544 | MTE039 |
| FINURA (NS) | 4.5 | 4 | 4.6 | 3.5 | 4.5 | 4 | NTE 1544 | MTE019 |
| LIMPIEZA (AUSENCIA DE GRUMOS) | Igual al estándar | NTE 1544 | MTE055 |
| POROSIDAD | Igual al estándar | NTE 1544 | MTE042 |
| RESTREGADO | 1000 | 1020 | 1025 | 1105 | 1156 | 1005 | NTE 1544 | MTE025 |
| OLOR | Igual al estándar | Igual al estándar | Igual al estándar | Igual al estándar | Irritante | Irritante | ----- | ----- |
| ESTABILIDAD | | | | | | | | |
| VISCOSIDAD | 119 | 122 | 121 | 118 | 125 | 120 | NTE 1544 | MTE003 |
| CUBRIMIENTO HUMEDO | Igual al estándar | NTE 1544 | MTE035 |
| CUBRIMIENTO SECO | Igual al estándar | NTE 1544 | MTE035 |

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS

4 ANALISIS DE RESULTADOS

4.1 PRIMERA FASE

En las graficas siguientes se puede observar que a medida que avanza el tiempo de aireación existe una estabilización del pH, una disminución aproximada del 90 % del DQO, DBO, % de Formol libre y Concentración de Isobutanol.

TABLA 4.1-1 VARACIACION DEL pH VERSUS EL TIEMPO DE AIREACION

| Variación del pH vs. Tiempo de Aireación | |
|--|------|
| 24h | 5,20 |
| 48h | 6,10 |
| 72h | 6,90 |
| 96h | 7,40 |

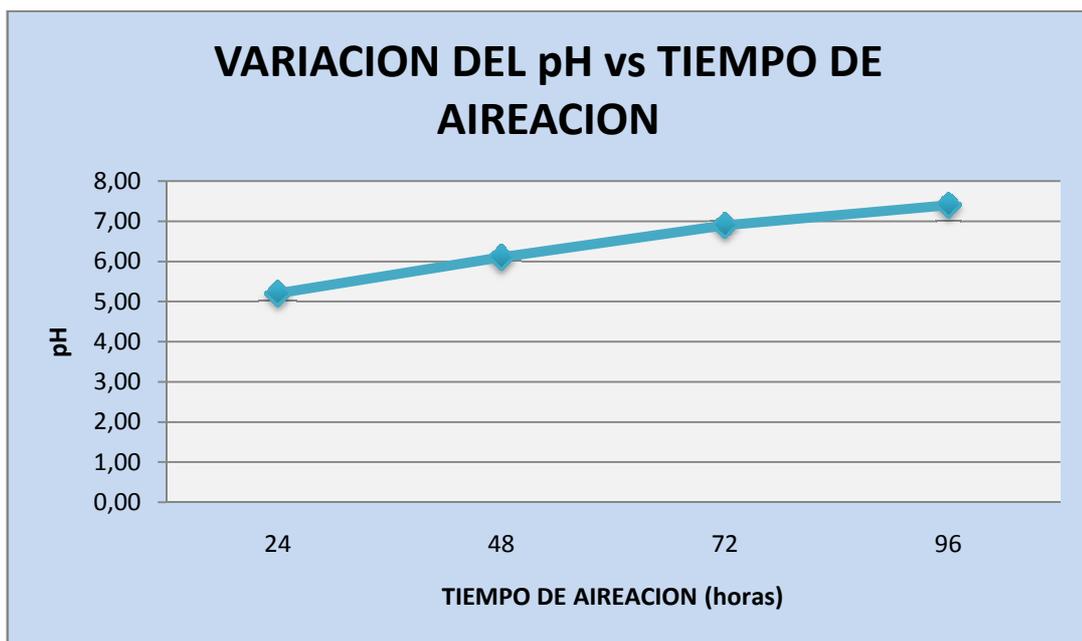


Grafico 4.1-1 Variación del pH en el tiempo de Aireación

TABLA 4.1-2 VARACIACION DEL DQO VERSUS EL TIEMPO DE AIREACION

| Variación del DQO vs. Tiempo de Aireación | |
|--|----------|
| 24h | 17305,00 |
| 48h | 12170,00 |
| 72h | 5432,00 |
| 96h | 2040,00 |

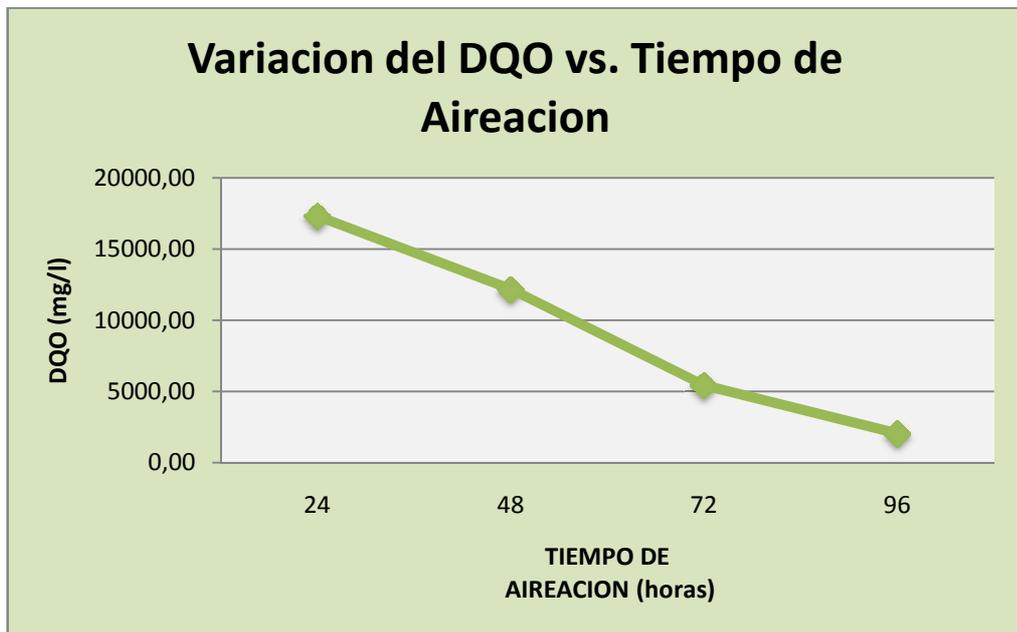


Grafico 4.1-2 Variación del DQO en el tiempo de Aireación

TABLA 4.1-3 VARACIACION DEL DBO VERSUS EL TIEMPO DE AIREACION

| Variación del DBO vs. Tiempo de Aireación | |
|---|---------|
| 24h | 7219,54 |
| 48h | 4931,77 |
| 72h | 3209,34 |
| 96h | 1012,50 |

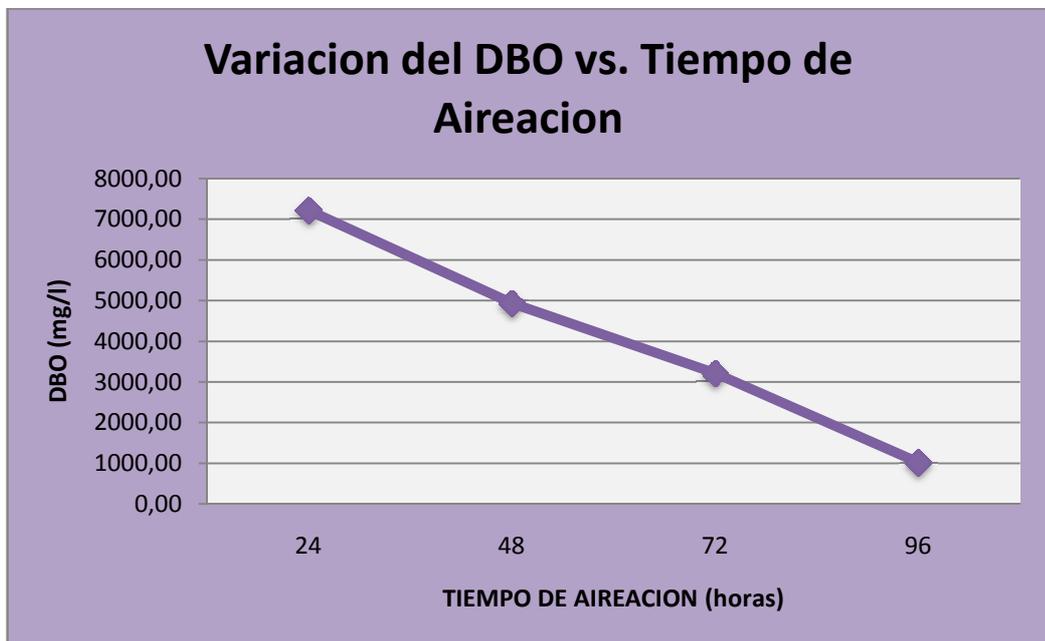


Grafico 4.1-3 Variación del DBO en el tiempo de Aireación

TABLA 4.1-4 VARACIACION DEL % FORMOL LIBRE VERSUS EL TIEMPO DE AIREACION

| Variación del % de Formol Libre vs. Tiempo de Aireación | |
|---|---|
| 24 | 7 |
| 48 | 5 |
| 72 | 3 |
| 96 | 1 |

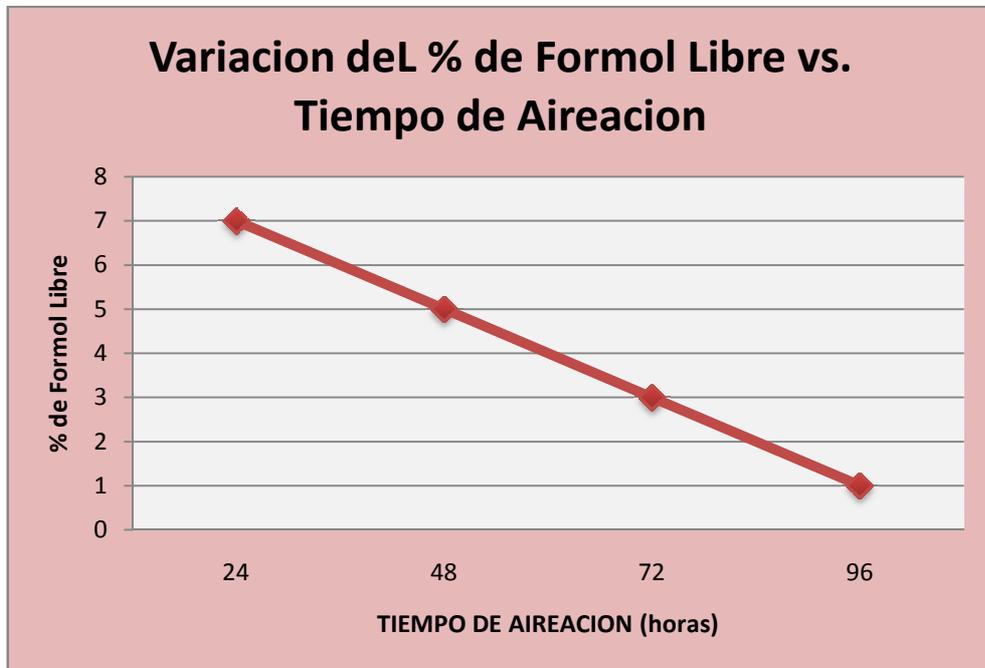


Grafico 4.1-4 Variación del % de Formol libre en el tiempo de Aireación

TABLA 4.1-5 VARACIACION DE CONCENTRACION DE ISOBUTANOL VERSUS EL TIEMPO DE AIREACION

| Variación de Concentración de Isobutanol vs. Tiempo de Aireación | |
|---|---------|
| 24 | 4342,57 |
| 48 | 2817,23 |
| 72 | 1983,61 |
| 96 | 184,29 |

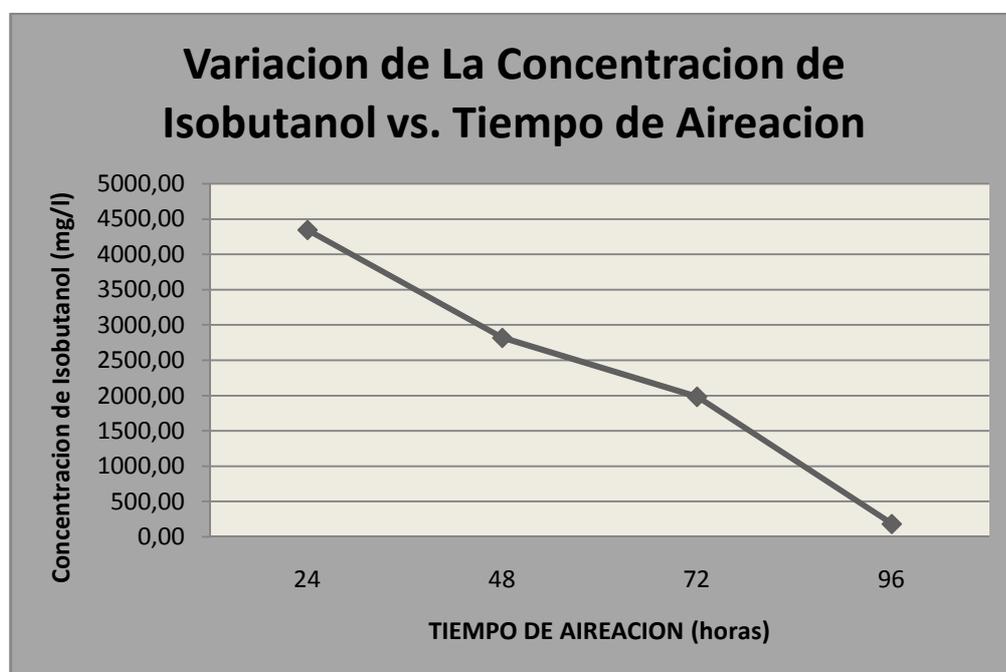


Grafico 4.1-5 Variación de la Concentración de Isobutanol en el tiempo de Aireación

4.2 SEGUNDA FASE

Se procedió a fabricar la pintura con diferentes concentraciones de agua tratada, iniciando con el 5%, 10%, 15%, 20%, 25% y 30% con procesos de aireación en tiempos de 24, 48, 72 y 96 horas, a mas de verificar cada uno de los requerimientos técnicos así como los parámetros de calidad sobre los cuales es aprobado un producto en base a la norma técnica ecuatoriana NTE 1544 y los métodos técnicos desarrollados en el laboratorio de investigación y desarrollo de la empresa Pinturas Cóndor S.A

4.3 DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Para el proceso de aireación del agua residual se simulo un tanque de aireación en una caneca a la cual estaba conectada una manguera que suministraba el aire necesario para el tratamiento, a mas que se adiciono una concentración del 0.001 % de agua oxigenada para acelerar el proceso de oxidación, ya que una mayor concentración de peróxido de hidrógeno generaba un problema de incompatibilidad con el antiespumante utilizado como aditivo en la fabricación de la pintura haciendo que esta produzca efervescencia, además de que con la adición de la sosa caustica se logro estabilizar el pH en un rango de 7-8 ya que un pH muy básico o muy acido genera que el espesante reaccione muy aceleradamente produciendo la formación de grumos y evitando la incorporación eficiente de todo el sistema de la pintura, la presencia de formol libre en el agua es uno de los inconvenientes mas grades para la reutilización de esta agua ya que genera un olor muy irritante que impide su uso, para esto se hizo reaccionar con urea para formar un precipitado de dimetilourea que logro reducir el porcentaje de formol libre de 10% a

1% siendo este casi imperceptible en la pintura ya aplicada. En el caso del DQO, DBO e isobutanol con los tiempos de aireación comenzando con 24, 48,72 y 96 horas se logro reducir casi en un 90% estos parámetros, cabe indicar que se desarrollo una prueba paralela en la Universidad Politécnica Nacional en la cual el agua era sometida o un proceso de ozonificación logrando realizar la misma reducción de estos parámetros en 30 min, pero como la empresa Pinturas Cóndor no cuenta con un ozonificador por lo que es no es posible realizar el tratamiento por este medio. El monitoreo se lo realizo constantemente para verificar que no exista ningún desfase o algún inconveniente, y cada día se tomaba una muestra con la cual se procedía a fabricar pintura para determinar la cantidad de agua que era posible reutilizar sin que altere ningún parámetro de la misma. Cabe indicar que ninguno de los parámetros fueron afectados con la utilización de esta agua, a excepción del olor que por la presencia del formol libre producía un olor muy irritante cuando este se aplicaba sobre una superficie y el agua comenzaba a evaporarse. Por lo tanto el porcentaje más óptimo de reutilización del agua fue del 20% en un tiempo de aireación de 96 horas ya que este no genero ningún inconveniente y no se producía ningún olor desagradable.

En si los resultados obtenidos en el laboratorio son muy exitosos ya que con este porcentaje de reutilización se lograría reducir los costos que se generan por la incineración de esta agua, a mas de minimizar el consumo de agua potable en la planta.

Como dato adicional valdría la pena rediseñar el sistema de la planta de tratamiento que tiene la empresa de tal manera que se pueda incluir la ozonificación para que el tratamiento del agua sea mucho más rápido y eficiente.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

Y

RECOMENDACIONES

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- El volumen de agua residual de el proceso de resina poliéster es de 300 m³, 600 m³ el de la resina Alquídica y 1200 m³ por lote, los datos fueron obtenidos de la hoja de control de procesos que maneja la Unidad de Resinas.
- Se realizo una caracterización fisicoquímica al agua antes de escoger el tratamiento adecuado con un 10% de formol libre, DQO de 23390mg/l, DBO de 9687 mg/l y la concentración de isobutanol de 4438.02 mg/l.
- El tratamiento escogido para el agua residual fue la aireación debido a que la presencia de formol libre en el agua no permite realizar un tratamiento biológico y que existe la presencia de compuestos orgánicos muy volátiles y el pH es extremadamente acido.
- Luego del proceso de tratamiento del agua a través de la aireación se determina que el tiempo optimo se consigue a la 96 horas reduciendo en un 90% el DQO, DBO, e isobutanol, a mas de que él % de formol libre en esta etapa es del 1% y el pH se mantiene en un rango de 7-8.
- Se determina que el porcentaje de agua a reutilizar es del 20 % con un tiempo de aireación de 96 horas, ya que en el proceso de elaboración de la pintura no afecta a ninguna de las propiedades.
- El agua reutilizada se la adiciona en la parte final del proceso es decir una vez que se agrega el espesante, la resina, los preservantes, a esta agua se la conoce como de completado.

- Las especificaciones técnicas y los parámetros de calidad de la pintura como son viscosidad, densidad, cubrimiento, finura, limpieza, pH, resistencia al restregado, color y porosidad se encuentran dentro de las especificaciones por lo que no representa ningún inconveniente la reutilización del agua.
- En conclusión los resultados obtenidos en el laboratorio tanto en el tratamiento del agua residual con proceso de aireación así como la fabricación de la pintura son muy buenos y a través de ellos se puede pensar en la factibilidad de implantar a nivel de planta con el fin de lograr un ahorro en el consumo del agua y reducir los costos que implica la eliminación de esta agua.

5.2 RECOMENDACIONES.

- Para el tratamiento del agua sería aconsejable pensar en la posibilidad de adquirir un ozonificador ya que con el mismo se logra conseguir los mismos resultados pero en menor tiempo.
- Se debería estudiar el proceso de fabricación de las resinas de tal manera que se pueda optimizarlos y de esta forma reducir la carga contaminante en la fuente y las aguas generadas sean más amigables con el ambiente.
- Además sería aconsejable pensar en realizar un tratamiento biológico al agua para que esta pueda ser reutilizada en su totalidad.

BIBLIOGRAFÍA

GENERAL

- PERRY J. Manual del Ingeniero Químico México McGraw Hill 2.ed 1985
P.1-340.
- TRUJILLO, S. Metodología de la Investigación Científica Riobamba Mayo
2001 P. 1-90
- BRADY J. QUÍMICA BÁSICA. Limusa 5.ed. México Guadalajara 1988

Pág. 45-56.
- BABOR – IBARZ QUÍMICA GENERAL MODERNA Marín S.A 4.ed.
España 1979 Pág. 34-49
- MAYER – HERNULHEIM “Métodos de la Industria Química “ Reverte SA
Barcelona España 1975 Pág. 23-38
- SALVAT “Enciclopedia de las Ciencias tomo 15 Industrias “Hispanoamérica
S.A.
- ANDREW S, Jr. CLAYTON H Heathcock. Interamericana S.A México
D.F. 1979 Pág. 90-110
- Resins for Surface Coatings. Oldring & Hayward Vol I Pag 135-143
- Enciclopedia de Tecnología Química Kirk-Otmer 2.ed UTEHA 1963 Pág.
985.

- Manual de aguas para usos industriales, American society, Vol. I Ciencia y Técnica, S.A 1988, Pag 55.
- GORDON-GEYER Ingeniería sanitaria y de aguas residuales Vol. I Ciencia y Técnica S.A 1990 Pag 475.
- Biblioteca Atrium de la Pintura Axis Books España 1996 Tomo 1 – 20
- PARKER, D. Tecnología de los Recubrimientos Tomo VII URMO 5.ed. 1986 Pág. 15-29
- Tulas libro VI Anexo I
- Normas INEN 1202 Aguas. Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5)
- Normas INEN 1203 Agua. Demanda química de oxígeno (DQO)
- Ordenanza 146 del Distrito Metropolitano de Quito

CITAS BIBLIOGRÁFICAS:

1.- AUSTIN, T.G. Manual de procesos Químicos en la industria Mc Graw-Hill

México, 1988 Pág. 430-470.

2.- TEBBUTT, T. H. Y. Fundamentos de control del agua Limusa México D.C

2003 Pág. 1-60.

3.- SAMANIEGO, J.L. Componentes principales de pinturas España Les Eures 2001

Pág. 5-57.

4.- MULLE, M.C. Tecnologías de pinturas y recubrimientos orgánicos España Les

Eures 2000 Pag. 23-158.

4.- TEBBUTT, T. H. Y. Fundamentos de control del agua Limusa México D.C

2003 Pág. 1-60.

INTERNET:

5.- DEPURACION DE AGUAS

www.filtedepuracion.com/filtedepuracion/pag5.htm.

30 de mayo de 2010

6.- PIGMENTOS

[www.wikipedia.com/pigmentos/recubrimiento\\$/html](http://www.wikipedia.com/pigmentos/recubrimiento$/html).

16 de Mayo de2010

ANEXOS

ANEXO I

NORNA TECNICA

ECUATORIANA INEN 1202

Norma
Ecuatoriana

AGUAS. DEMANDA BIOQUIMICA
DE OXIGENO (DBO₅).

INEN 1 202
1985-04

OBLIGATORIA**D O N A C I O N**

0. INTRODUCCION

0.1 La demanda de oxígeno de las aguas negras, efluentes de plantas de tratamiento de aguas negras, aguas contaminadas y desechos industriales se debe a tres clases de materiales:

- a) Materiales orgánicos carbonosos que son aprovechados como fuente de nutrientes por los organismos aerobios.
- b) Materiales nitrogenados oxidables, que se derivan de los compuestos de nitrito, amonio y nitrógeno orgánico que sirven de nutrientes a bacterias específicas, como las Nitrosomonas y Nitrobacter. y
- c) Ciertos compuestos químicos reductores (hierro ferroso, sulfito y sulfuro), que reaccionan con el oxígeno molecular disuelto. Las tres clases de compuestos influyen en el balance de oxígeno en una corriente.

1. OBJETO

1.1 Establecer el método para determinar la demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) en aguas.

2. ALCANCE

2.1 La prueba de la DBO permite determinar:

- a) la materia orgánica en el agua o la carga contaminante;
- b) el proceso probable de la descomposición aeróbica en aguas receptoras; y
- c) la eficacia de cualquier tratamiento que vaya efectuándose paso a paso.

2.2 La DBO no contempla los compuestos químicos que reaccionan con el OD, a no ser que la prueba se base sobre el dato calculado del oxígeno disuelto inicial.

2.3 El análisis es de limitado valor, midiendo la demanda actual del oxígeno de aguas superficiales y la extrapolación de los resultados a la real demanda de la corriente son cuestionables, puesto que las condiciones del laboratorio no reproducen las condiciones de la corriente particularmente en lo que se relaciona a temperatura, luz, población biológica, movimiento del agua, concentración de oxígeno, nutrientes y sustancias tóxicas.

(Continúa)

3. FUNDAMENTO

3.1 La DBO_5 es un análisis empírico de tipo biológico que mide el oxígeno disuelto consumido por los microorganismos mientras asimilan y oxidan la materia orgánica presente. La muestra de agua de desecho o en una dilución apropiada es incubada por 5 días a 20°C en la obscuridad. El progreso de la descomposición o la estabilización de la materia orgánica en el agua se refleja en un lento agotamiento del oxígeno disuelto durante el período de incubación, es decir, que la DBO está satisfecha.

4. CONSIDERACIONES GENERALES

4.1 En las aguas negras domésticas, crudas y sedimentadas, el total de la demanda de oxígeno se debe a los materiales orgánicos carbonosos y se determina por la prueba de la DBO.

4.2 Si las aguas de desecho consistieran únicamente en agua negra doméstica, cruda o tratada, sería muy simple la medición de la carga de oxígeno sobre la corriente receptora; pero el caso usual es distinto; pues la mayor parte de desechos son de naturaleza compleja y pueden contener compuestos orgánicos susceptibles a la oxidación biológica; en tal caso, los métodos de inoculación e incubación normal de 5 días no ponen en manifiesto el efecto de esos desechos en puntos aguas abajo de la descarga.

4.3 En efluentes que han sufrido un tratamiento biológico, una proporción considerable de la demanda de oxígeno se puede deber a la oxidación de los compuestos nitrogenados que también se incluyen en la prueba de la DBO.

4.4 Por razones prácticas se ha aceptado como período de incubación normal cinco días; sin embargo, en ciertos casos puede ser recomendable la determinación de la curva de oxidación, para convertir los datos de un período de incubación a otro de más larga duración.

4.5 La velocidad exponencial de la oxidación carbonosa (k), a 20°C , rara vez tiene un valor de 0,1, sino que puede variar, de menos de la mitad a más de dos veces este valor. Por esto, es imposible calcular la demanda carbonosa final (L) de una muestra, a partir de los valores de la DBO a los 5 días de incubación, a no ser que se haya determinado el valor de (k) en la muestra.

4.6 Preservación de las muestras

4.6.1 Las muestras para el análisis de la DBO pueden preservarse enfriándolas a 4°C y por un tiempo no mayor a 6 horas. Si el tiempo es mayor al límite, como es el caso de muestras compuestas, debe reportarse en el informe final el tiempo de almacenamiento antes de la prueba, el mismo que no deberá ser mayor a 24 horas.

4.7 Inoculación. El propósito de la inoculación es introducir en la muestra una población biológica capaz de oxidar la materia orgánica en el agua de desecho.

(Continúa)

4.7.1 En aguas en que tales microorganismos están presentes, como por ejemplo, aguas del alcantarillado, corrientes no cloradas y aguas superficiales, la inoculación no debe hacerse por ser innecesaria.

4.7.2 Cuando una agua contiene pocos microorganismos a causa de la cloración, temperatura o pH extremo, el agua de dilución debe ser inoculada.

4.7.3 Algunas muestras como, por ejemplo, aguas de desechos industriales pueden necesitar de inoculación a causa de su contenido de población microbiana bajo, pero que contiene compuestos orgánicos que no son susceptibles a ser oxidados por los inóculos de aguas negras domésticas. En estos casos se requiere de inóculos que posean microorganismos adaptados para dichos compuestos orgánicos. Para esto es mejor obtener el inóculo de la corriente que recibe el agua de desecho, tomada preferiblemente 3 - 8 km aguas abajo del punto de descarga.

4.7.4 Si no es posible obtener el inóculo de la fuente, puede adaptarse un inóculo desarrollado en el laboratorio por aereación continua de una muestra abundante de agua y pequeñas inoculaciones diarias con un desecho particular sin interrupción, como suelos o aguas negras domésticas, hasta obtener el desarrollo de una población microbiana satisfactoria.

5. EQUIPO

5.1 Frasco de DBO (winkler) de 250 - 300 cm³ de capacidad.

5.2 Incubadora de aire con control termostático a 20 ± 1°C.

5.3 Los necesarios para la determinación de OD (INEN 1 106). Se debe evitar completamente la luz para prevenir la formación de OD en la muestra por incremento de algas.

6. REACTIVOS

6.1 Agua destilada. El agua que se use para la preparación de las soluciones y diluciones debe ser de la más alta calidad, destilada en equipo de vidrio o con refrigerante de estaño; debe contener menos de 0,01 mg/l de Cu y debe estar exenta de cloro, cloraminas, alcalinidad cáustica y sustancias orgánicas o ácidos.

6.2 Solución amortiguadora de fosfato.

Disolver 8,5 g de KH₂ PO₄, 21,75 g de K₂ HPO₄, 33,4 g de Na₂ HPO₄ · 7H₂O y 1,7 g NH₄Cl en unos 500 cm³ de agua destilada y diluir a 1 000 cm³. El pH de esta solución amortiguadora debe ser de 7,2 sinajuste alguno.

6.3 Solución de sulfato de magnesio. Disolver 22,5 g de Mg SO₄ · 7H₂O en agua destilada y diluir a 1 000 cm³.

6.4 Solución de Cloruro de calcio. Disolver 27.5 g de Ca Cl₂ anhidro en agua destilada y diluir a 1 000 cm³.

(Continúa)

6.5 Solución de cloruro férrico. Disolver 0,25 g de $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ en agua destilada y diluir a 1 000 cm^3 .

6.6 Solución de ácido sulfúrico 1 N. Para neutralizar las aguas de desecho que sean básicas.

6.7 Solución de hidróxido de sodio . Para neutralizar las aguas de desecho que sean ácidas.

6.8 Solución de sulfito de sodio 0,025 N. Disolver 1,575 g de Na_2SO_3 anhidro en 1 000 cm^3 de agua destilada. Esta solución debe prepararse diariamente.

6.9 Inóculo. Se logra un inóculo patrón satisfactorio con el líquido sobrenadante de las aguas negras domésticas que previamente han sido incubadas a 20°C por 24 - 36 horas. Debe usarse suficiente inóculo para que produzcan una corrección de inóculo de por lo menos 0,6 mg/l .

7. PROCEDIMIENTO

7.1 Preparación del agua de dilución. Antes del uso, guardar el agua destilada en frascos tapados con algodón, por un tiempo suficiente para que se sature con OD, o, si el almacenamiento no es práctico, saturar el agua por agitación mecánica o por aereación con aire comprimido limpio. El agua destilada estará a $20 \pm 1^\circ\text{C}$.

7.1.1 Colocar el volumen deseado de agua destilada en una botella conveniente y añadir 1 cm^3 de cada solución: a) amortiguadora de fosfato, b) sulfato de magnesio, c) cloruro de calcio y d) cloruro férrico por cada litro de agua. Si el agua de dilución es guardada en el incubador, añadir la solución amortiguadora de fosfato inmediatamente antes de su uso.

7.2 Inoculación. Si es necesario, se inocula el agua de dilución con el inóculo que se haya encontrado más satisfactorio para el desecho en estudio. La inoculación debe hacerse el mismo día en el que se va a usar el agua (ver 4.7).

7.3 Pretratamiento.

7.3.1 *Muestras que contengan alcalinidad cáustica o acidez.* Neutralizar a aproximadamente pH7 con solución de H_2SO_4 ó Na OH 1N, según sea el caso, usando un potenciómetro o azul de bromotimol como indicador externo. El pH del agua de dilución inoculada no debe cambiar cuando se prepare la dilución más baja de la muestra.

7.3.2 *Muestras que contienen compuestos de cloro residual.* En muestras en las que el contenido de cloro residual es bajo, es suficiente dejar en reposo la muestra por 1 a 2 horas, con lo que el cloro se elimina y entonces se pueden preparar las diluciones de DBO, con agua de dilución debidamente inoculada. Concentraciones más altas de cloro residual deben ser eliminadas por la adición de una cantidad apropiada de Na_2SO_3 que se determina en una porción de 100 - 1 000 cm^3 de la muestra, a la cual se agregan 10 cm^3 de ácido acético 1 + 1 o H_2SO_4 1 + 50 y, a continuación, 10 cm^3 de solución de KI al 10⁰o, titulándose con

(Continúa)

Na_2SO_3 0,025 N hasta viraje del indicador de almidón; a un volumen conveniente de muestra se agrega la cantidad de Na_2SO_3 determinada por la prueba anterior; se mezcla, se deja reaccionar 10 - 20 min., y se comprueba en una alícuota el resultado del tratamiento. Preparar las diluciones para el DBO con agua de dilución inoculada.

7.3.3 Muestras que contengan otras sustancias tóxicas. Las muestras de algunos desechos industriales, como por ejemplo, los de electrodeposición de metales, necesitan con frecuencia de estudios y tratamientos especiales.

7.3.4 Muestras sobresaturadas con OD. Para evitar pérdidas de oxígeno en muestras que contienen más de 9 mg/l durante su incubación se debe reducir el OD al punto de saturación, llevando la muestra a una temperatura de 20°C en un frasco parcialmente lleno y agitándola vigorosamente, o bien haciendo pasar una corriente de aire comprimido.

7.4 Técnica de dilución. Se verifica varias diluciones de la muestra preparada para que, por incubación, se obtengan los abatimientos necesarios. Se sugieren las siguientes diluciones: 0,1 - 1,0 por 100 para desechos industriales concentrados; 1-5 por 100 para aguas negras crudas o sedimentadas; 5-25 por 100 para efluentes tratados y 25 - 100 por 100 para aguas fluviales contaminadas.

7.4.1 Se sifona cuidadosamente el agua normal de dilución, inoculada si es necesario, a una probeta graduada de 1 000 - 2 000 cm^3 de capacidad, llenándola hasta la mitad, procurando hacer burbujas. Se agrega la muestra, cuidadosamente mezclada, en la cantidad necesaria para obtener la dilución que se desee, y diluir hasta el nivel apropiado con el agua de dilución. Se mezcla bien con un agitador de tipo de émbolo, evitando el arrastre de aire, se sifona la dilución mezclada a dos frascos para DBO, uno para incubación y el otro para la determinación del OD inicial en la mezcla; se tapa herméticamente y se incuba por 5 días a 20°C. Los frascos de DBO deben tener un sello hidráulico. Preparar diluciones, de menor concentración, en la misma forma, o bien agregando agua de dilución a la porción no usada.

7.4.2 La técnica de dilución se simplifica mucho cuando se tienen frascos de capacidad conocida en los que se pipetea directamente los volúmenes apropiados de muestra, por medio de pipetas volumétricas de punta alargada, llenándose el frasco con suficiente agua de dilución para que se pueda insertar el tapón sin dejar burbujas. Las diluciones mayores de 1. 100 se deben verificar diluyendo el desecho en un matraz aforado, antes de que se agreguen a los frascos de incubación para la dilución final.

7.5 Determinación del OD. Si la muestra representa el 1 por 1 00 ó más de la dilución de DBO más baja, se determina el OD en la muestra sin diluir; por lo general, se omite esta determinación en aguas negras y efluentes sedimentados, en los que se conoce que el OD es prácticamente nulo. Con muestras que tengan una demanda inmediata de oxígeno, se debe usar un OD inicial calculado, puesto que tal demanda representa una carga para la corriente receptora.

7.6 Incubación. El testigo de agua de dilución y las muestras diluidas se incuban por 5 días a 20°C, evitando completamente la luz para prevenir la producción fotosintética de OD. Al finalizar este período se determina el OD en las muestras incubadas y en el testigo, aplicando la modificación, al nitruro, del método

(Continúa)

de Winkler, aunque puede ser necesario aplicar otras modificaciones en casos especiales. Se consideran de mayor confianza aquellas diluciones que presentan un OD residual mínimo de 1 mg/l y un abatimiento de 2 mg/l, cuando menos.

7.7 Corrección por el inóculo. Si se ha inoculado el agua de dilución, se determina el abatimiento del oxígeno del inóculo llevando una serie separada de diluciones del inóculo y seleccionando aquellas que en 5 días conduzcan a un abatimiento del 40 - 70 por 100 del oxígeno. Uno de estos abatimientos se usa para calcular la corrección debida a la pequeña cantidad de inóculo en el agua de dilución. No se emplea el testigo inoculado para la corrección por el inóculo porque el testigo de agua de dilución inoculada, incubado por 5 días, está sujeto a una oxidación errática debida a la muy alta dilución del inóculo que no es característica de la muestra inoculada.

7.8 Control del agua de dilución. Llenar dos frascos para DBO con el agua de dilución sin inocular. Uno de ellos se tapa y se incuba, mientras que en el otro se determina el OD antes de la incubación. Los resultados del OD en estos dos frascos se usan como una comprobación tosca de la calidad del agua de dilución sin inoculación. El abatimiento que se obtenga no se debe aplicar para corregir el testigo, y dicho abatimiento no debe ser mayor de 0,2 mg/l y, de preferencia, de 0,1 mg/l.

7.9 Comprobación con glucosa-ácido glutámico. La prueba de la DBO es un procedimiento de ensayo "in vivo" y, en consecuencia, los resultados que se obtengan serán afectados por la presencia de sustancias tóxicas o por el empleo de un inóculo impropio. La experiencia ha demostrado que las aguas destiladas se encuentran a menudo contaminadas con sustancias tóxicas, más frecuentemente con cobre, y que algunos inóculos de aguas negras son relativamente inactivos; por ende, los resultados que se obtienen son bajos. Periódicamente se deben comprobar tanto la calidad del agua de dilución, como la efectividad del inóculo y la técnica del químico, usando compuestos orgánicos puros de los que se conoce su DBO o en los que se puede determinar. Si en un desecho determinado se ha identificado debidamente un compuesto orgánico particular, éste puede servir muy bien para controlar el inóculo que se use.

Para el mismo propósito se han sugerido varios compuestos orgánicos, como la glucosa y el ácido glutámico, y para trabajos generales con la DBO tiene ciertas ventajas una mezcla de éstos (150 mg/l de cada uno). Se debe comprender que la glucosa tiene una velocidad de oxidación excepcionalmente alta y variable con inóculos relativamente simples; cuando se usa el ácido glutámico se estabiliza la velocidad de oxidación y es similar a la que se obtiene con muchos desechos municipales (velocidad exponencial 0,16 - 0,19). En casos excepcionales, para comprobar la eficacia de un inóculo particular, la mejor selección puede ser un compuesto determinado de un desecho particular. Para comprobar el agua de dilución, el material del inóculo y la técnica del analista, se prepara una solución patrón que contenga 150 mg/l de glucosa y 150 mg/l de ácido glutámico, ambos de calidad analítica y secados previamente a 103°C por 1 hora. Se pipetea 5,0 cm³ de esta solución en frascos calibrados de incubación, se llenan con el agua de dilución inoculada y se incuba, con el control de inóculo, a 20°C por 5 días. Partiendo de la base de un patrón primario mixto, que contenga 150 mg/l de cada una de las sustancias glucosa y ácido glutámico, la DBO en 5 días varía en magnitud según el tipo de inóculo, y la precisión varía con la calidad del inóculo, como se muestra en el cuadro 1.

(Continúa)

CUADRO 1. Efecto del tipo y calidad del inóculo en los resultados de la DBO

| Tipo de inóculo | Corrección por inóculo en 5 días mg/l | DBO media en 5 días mg/l | Desviación normal mg/l |
|------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------|------------------------|
| Aguas negras frescas sedimentadas. | 0,6 | 218 | ± 11 |
| Aguas negras añejas sedimentadas. | 0,6 | 207 | ± 8 |
| Agua de río. | 0,05 - 0,22 | 224 - 242 | ± 7,13 |
| Efluentes de lodos activados | 0,07 - 0,68 | 221 | ± 13 |
| Efluentes de filtros rociadores | 0,2 - 0,4 | 225 | ± 8 |

Excepto en los casos de aguas fluviales tratadas y de efluentes tratados, un valor bajo de la corrección por el inóculo da por resultado una desviación normal apreciablemente más alta. Se debe comprobar cada lote de inóculo para determinar cuál es la cantidad necesaria para obtener la mayor precisión. Si los resultados difieren apreciablemente de los que se muestran en el cuadro 1, es dudosa la calidad de la técnica operativa.

8. CALCULOS

8.1 Cuando el agua de dilución no ha sido inoculada.

$$\text{DBO, mg/l} = \frac{D_1 - D_2}{P}$$

Cuando el agua de dilución ha sido inoculada

$$\text{DBO mg/l} = \frac{(D_1 - D_2) - (B_1 - B_2) f}{P}$$

Donde:

D_1 = OD de la muestra diluida inmediatamente después de la preparación, mg/l.

D_2 = OD de la muestra diluida después de 5 días de incubación a 20°C, mg/l.

P = Alícuota de la muestra usada en el análisis.

B_1 = OD del inóculo control antes de la incubación, mg/l.

B_2 = OD del inóculo después de la incubación, mg/l.

f = Relación de inóculo en la muestra con el inóculo en el control = (% de inóculo en D_1) / (% de inóculo B_1).

(Continúa)

9. ERROR ACEPTABLE

9.1 La diferencia entre los resultados de una determinación efectuada por duplicado no debe exceder el 5% del promedio de ambos valores; en caso contrario, debe repetirse la determinación.

10. INFORME DE RESULTADOS

10.1 Como resultado final, debe reportarse la media aritmética de los resultados de la determinación de mg/l de DBO.

10.2 Deben indicarse el resultado obtenido y cualquier condición no especificada en esta norma o considerada como opcional, así como cualquier circunstancias que pueda haber influido sobre el resultado.

10.3 Deben incluirse todos los datos necesarios para la completa identificación de la muestra.

(Continúa)

APENDICE Z

Z.1 NORMAS A CONSULTAR

INEN 1 106 *Aguas. Determinación de oxígeno disuelto (OD).*

Z.2 BASES DE ESTUDIO

Standard Methods. *For the examination of water and wastewater 507 oxigen demand (Biochemical).* 15ht Edition 1980.

EPA. *Manual of methods for chemical analysis of water and wastes Biochemical oxigen demand.* Technology. Transfer. 1979.

INEN 1 202

INFORMACION COMPLEMENTARIA

La Norma Técnica INEN 1 202 fue estudiada por el Subcomité Técnico AL 01.06 AGUA POTABLE y aprobada por éste en 1983-05-06.

Formaron parte del Subcomité Técnico, las siguientes personas:

INTEGRANTES:

Dr. José E. Marcos
Dr. Hernán Ríofrío
Dra. Mercedes Reyes

Dra. Carlota Naranjo
Dra. Ligia de Arcentales

Sra. Rita de Meneses
Dr. Gonzalo Sandoval
Dr. Nicolás Brito

Dra. Mónica Paz
Dr. Fabián Ordóñez
Dra. Rosa de León

Dr. Nicolás Campaña
Lic. Pilar Villacrés
Dra. Hipatía Navas
Dr. Ramiro Gallegos

ORGANIZACION REPRESENTADA:

EMAP, Guayaquil
INERHI
INSTITUTO NACIONAL LEOPOLDO IZQUIETA PEREZ, Guayaquil
UNIVERSIDAD CATOLICA
INSTITUTO NACIONAL LEOPOLDO IZQUIETA PEREZ, Quito
CERVECERIA ANDINA
EMAP, Quito
CENTRO DE REHABILITACION DE MANABI
IEOS
ETAPA, Cuenca
INSTITUTO NACIONAL LEOPOLDO IZQUIETA PEREZ, Quito
EMAP, Guayaquil
CREA, Cuenca
INEN
INEN

La Norma en referencia fue sometida a Consulta Pública de 1981-08-24 a 1981-10-08 y se tomaron en cuenta todas las observaciones recibidas.

La Norma Técnica INEN 1 202 fue aprobada por el Consejo Directivo del Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN, en sesión de 1985-04-19.

El señor Ministro de Industrias, Comercio e Integración, autorizó y oficializó esta norma, con el carácter de OBLIGATORIA, mediante Acuerdo Ministerial No. 557 de 1985-07-31, publicado en el Registro Oficial No. 263 de 1985-09-03.



P.V.P. S/.100,00

ANEXO II
NORNA TECNICA
ECUATORIANA INEN 1203

| | | |
|---|---|-------------------------------|
| <p>Norma Ecuatoriana</p> | <p>AGUA. DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO (DQO)</p> | <p>INEN 1 203 1985-04</p> |
| <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-start;"> <div data-bbox="475 504 687 622" style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>OBLIGATORIA</p> </div> <div data-bbox="863 562 1050 591" style="text-align: center;"> <p>1. INTRODUCCION</p> </div> <div data-bbox="1209 465 1465 672" style="text-align: right;"> </div> </div> <p>1.1 La determinación de la demanda química de oxígeno indica la cantidad de compuestos oxidables presentes en agua. Es un parámetro determinado rápidamente y de importancia para estudios de corrientes fluviales, desechos industriales y el control de plantas de tratamiento de desechos. J4000176</p> <p>1.2 En ausencia de un catalizador, el método no llega a incluir a algunos compuestos orgánicos que biológicamente se encuentran disponibles para los organismos de las corrientes, mientras que incluye algunos compuestos biológicos que no forman parte de la carga bioquímica inmediata sobre las reservas de oxígeno de las aguas receptoras.</p> <p>1.3 Se puede determinar la porción carbonosa de los compuestos nitrogenados, pero no la reducción del dicromato por cualquier contenido de amoníaco del desecho, o por cualquier cantidad de amoníaco liberado por las materias proteicas.</p> <p>1.4 Con ciertos desechos que contienen sustancias tóxicas, esta prueba es el único método para determinar la carga orgánica. Con desechos que sólo contienen nutrientes bacterianos orgánicos fácilmente disponibles y materias no tóxicas, se pueden usar sus resultados para obtener una aproximación de los valores carbonosos de la DBO.</p> <p>1.5 El método del dicromato al reflujo presenta ventajas sobre otros por su poder oxidante, aplicabilidad a una amplia variedad de muestras y su fácil manipulación.</p> <p style="text-align: center;">2. OBJETO</p> <p>2.1 Establecer el método de reflujo con dicromato para la determinación de la demanda química de oxígeno, DQO, en aguas contaminadas.</p> <p style="text-align: center;">3. ALCANCE</p> <p>3.1 El método es aplicable a aguas de desecho doméstico e industrial con una demanda química de oxígeno de 50 mg/l o más con el dicromato concentrado.</p> <p>3.2 El uso de dicromato diluido para determinar valores de DQO inferiores a 10 mg/l da resultados de menor exactitud y éstos deben utilizarse únicamente como una indicación de la magnitud.</p> <p style="text-align: right;">(continúa)</p> | | |

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN, Casilla 3999 - Baquerizo 454 y Ave. 6 de Diciembre - Quito-Ecuador - Prohibida la reproducción

4. FUNDAMENTO

4.1 Las sustancias orgánicas en una muestra son oxidadas por una solución de dicromato de potasio en ácido sulfúrico al 50% a la temperatura de reflujo. El sulfato de plata es usado como un catalizador y el sulfato de mercurio se añade para remover interferencias. Una muestra es sometida al reflujo con cantidades conocidas de dicromato de potasio y de ácido sulfúrico, y el exceso de dicromato se titula con sulfato ferroso amoniacal usando ferroína como indicador. La cantidad de materia orgánica oxidable es proporcional al dicromato consumido.

5. CONSIDERACIONES GENERALES

5.1 Es necesario usar exactamente la misma técnica cada vez, ya que sólo se incluye una parte de la materia orgánica; la proporción depende del oxidante químico usado, estructura de los compuestos orgánicos y el procedimiento.

5.2 Interferencias.

5.2.1 No se oxidan en un grado apreciable los compuestos alifáticos de cadena abierta, los hidrocarburos aromáticos y la piridina.

5.2.2 Los compuestos de cadena abierta se oxidan con mayor efectividad si se agrega sulfato de plata como catalizador; sin embargo, el ion plata reacciona con los cloruros, bromuros o yoduros para producir precipitados que se oxidan sólo parcialmente por este procedimiento.

5.2.3 Es esencial el uso de sulfato de plata para la oxidación de los alcoholes y ácidos de cadena abierta.

5.2.4 Los problemas de oxidación y otros causados por la presencia de cloruros en la muestra pueden ser superados por la adición de sulfato mercúrico a la muestra antes del reflujo. El complejo de cloruro mercúrico soluble formado reduce la posibilidad de reacción del ion cloruro.

5.2.5 El nitrógeno de nitritos ejerce una demanda química de oxígeno de 1,1 mg/mg de N de nitrito. La interferencia es considerada insignificante y a menudo ignorada. Para eliminar una interferencia significativa debida a nitritos, se añaden 10 mg de ácido sulfámico por cada mg de N en el frasco de reflujo. Por conveniencia debe añadirse el ácido sulfámico a la solución de dicromato de potasio, puesto que debe ser incluido en el blanco de agua destilada.

5.3 Muestreo y preservación de las muestras.

5.3.1 Recolectar las muestras preferentemente en botellas de vidrio. Si se usan botellas de plástico con este fin, debe asegurarse de que no hay contaminantes orgánicos.

(continúa)

5.3.2 Las muestras con actividad biológica deben analizarse inmediatamente.

5.3.3 Las muestras que contienen sólidos sedimentables se deben homogeneizar adecuadamente para obtener una alícuota representativa.

5.3.4 Las muestras pueden preservarse por un tiempo no mayor a 7 días con la adición de ácido sulfúrico a $\text{pH} < 2$ y manteniendo a 4°C hasta el momento del análisis.

5.3.5 Las muestras que poseen una alta demanda química de oxígeno deben diluirse en frascos volumétricos, con el objeto de reducir el error que es inherente en medidas hechas en volúmenes pequeños de muestras.

6. REACTIVOS

6.1 Solución valorada de dicromato de potasio, 0,25N: disolver 12,259g de $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, reactivo primario, previamente secado a 103°C por 2 horas y diluir a $1\ 000\ \text{cm}^3$, con agua destilada.

6.2 Reactivo de ácido sulfúrico. Reactivo que contenga 22g de sulfato de plata Ag_2SO_4 por 4kg de ácido. Se requiere de 1 a 2 días para su disolución.

6.3 Acido sulfúrico concentrado.

6.4 Solución titulante de sulfato ferroso y amonio, cristales grado analítico, 0,25N: disolver 98g de $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ en agua destilada, añadir $20\ \text{cm}^3$ de H_2SO_4 concentrado, enfriar y diluir a $1\ 000\ \text{cm}^3$. Esta solución debe valorarse diariamente con la solución de dicromato de potasio.

6.4.1 Titulación. Se diluyen $10\ \text{cm}^3$ de la solución valorada de dicromato de potasio aproximadamente a $100\ \text{cm}^3$ con agua destilada. Se añaden $30\ \text{cm}^3$ de H_2SO_4 concentrado y se deja enfriar. Luego se titula con la solución 0,25N de sulfato ferroso y amonio, usando como indicador 2–3 gotas de ferroín.

$$\text{Normalidad} = \frac{\text{cm}^3\ \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \times 0,25}{\text{cm}^3\ \text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2}$$

6.5 Solución indicadora de ferroín: disolver 1,485 g de 1,10 fenantrolina monohidratada, junto con 0,695 g de $\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ en agua y se diluye a $100\ \text{cm}^3$.

6.6 Sulfato de plata Ag_2SO_4 , en cristales, grado analítico.

6.7 Sulfato de mercurio, HgSO_4 , grado analítico.

6.8 Acido sulfámico, grado analítico. Se requiere sólo si van eliminarse interferencias de nitritos, ver 5.2.4.

(continúa)

6.9 Solución patrón de ftalato ácido de potasio. Disolver 425 mg de ftalato ácido de potasio, $\text{HOOC}_6\text{H}_4\text{COOK}$, ligeramente molido y secado a 120°C hasta peso constante, en agua destilada y diluido a $1\ 000\ \text{cm}^3$. Preparar solución fresca para cada uso.

7. EQUIPOS

7.1 Equipo para reflujo. Consiste de un Erlenmeyer de 500 ó $250\ \text{cm}^3$ con cuello esmerilado, un refrigerante de $300\ \text{mm}$ con una juntura adecuada.

7.2 Placa calentadora, que asegure un adecuado calentamiento para llevar a ebullición el contenido del frasco de reflujo.

8. PROCEDIMIENTO

8.1 Para muestras con valores de D Q O superiores a $50\ \text{mg/l}$.

8.1.1 Colocar en un matraz Erlenmeyer para reflujo, de $500\ \text{cm}^3$, algunos pedazos de piedra pómez o perlas de vidrio, a continuación $50\ \text{cm}^3$ de muestra o una alícuota diluida a $50\ \text{cm}^3$, $1\ \text{g}$ de HgSO_4 (ver Nota 1) y lentamente $5\ \text{cm}^3$ del reactivo de ácido sulfúrico 6.2 y con agitación para disolver el HgSO_4 . Enfriar mientras se mezcla para evitar posibles pérdidas de sustancias volátiles en la muestra. Agregar $25\ \text{cm}^3$ de $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ $0,25\ \text{N}$ y mezclar nuevamente.

8.1.2 Conectar el matraz de reflujo al condensador, abrir el agua de enfriamiento y añadir lentamente $70\ \text{cm}^3$ de reactivo de ácido sulfúrico (ver 6.2) a través de la abertura del condensador, mezclar bien con movimiento de rotación durante la adición (ver Nota 2).

8.1.3 Calentar la mezcla y mantener el reflujo por 2 horas. Enfriar y luego lavar el refrigerante con agua destilada.

8.1.4 Diluir la mezcla aproximadamente al doble con agua destilada, enfriar a temperatura ambiente.

8.1.5 Titular el exceso de dicromato de potasio con la solución de sulfato ferroso amoniacal usando 2–3 gotas de indicador ferroín (la cantidad de indicador debe ser siempre la misma). Tomar como punto final de la titulación el cambio de color azul verdoso o café – rojizo, aunque después de algunos minutos puede reaparecer el color azul – verdoso.

8.1.6 Llevar a reflujo un blanco con agua destilada de igual volumen que la muestra, junto con la misma

NOTA 1. El uso de $1\ \text{g}$ de HgSO_4 sirve para complejar $140\ \text{mg}$ ($2\ 000\ \text{mg/l}$) de ion cloruro, cuando se analiza una alícuota de $50\ \text{cm}^3$ de muestra. Para alícuotas más pequeñas añadir menos cantidad de HgSO_4 para mantener una relación HgSO_4 : Cl de 10. Si se produce un leve precipitado éste no afecta la determinación.

(continúa)

cantidad de los reactivos, teniendo la precaución que la ebullición empiece al mismo tiempo que en la muestra.

8.2 En situaciones particulares deben usarse diferentes tamaños de muestras comprendidas entre 10,0 y 50,0 cm³. En estos casos, los pesos, volúmenes y normalidades de los reactivos deben ajustarse de acuerdo a la siguiente tabla.

| Tamaño de muestra cm ³ | Volumen de solución 0,25N de dicromato cm ³ | H ₂ SO ₄ con Ag ₂ SO ₄ cm ³ | HgSO ₄ g | Normalidad del Fe(NH ₄) ₂ (SO ₄) ₂ | Volumen antes de la titulación cm ³ |
|--------------------------------------|--|--|------------------------|--|---|
| 10,0 | 5,0 | 15 | 0,2 | 0,05 | 70 |
| 20,0 | 10,0 | 30 | 0,4 | 0,10 | 140 |
| 30,0 | 15,0 | 45 | 0,6 | 0,15 | 210 |
| 40,0 | 20,0 | 60 | 0,8 | 0,20 | 280 |
| 50,0 | 25,0 | 75 | 1,0 | 0,25 | 350 |

Para obtener resultados satisfactorios, mantener esta relación y seguir el procedimiento descrito en 8.1.1 a 8.1.6. Usar un matraz cuyo volumen permita efectuar la titulación en el mismo.

8.3 Procedimiento para muestras de bajo DQO. En el caso de llevarse a cabo la determinación en muestras de DQO bajo proceder como en 8.1 y 8.2, pero con dos excepciones:

- usar una solución 0,025N de dicromato de potasio y
- titular el exceso de dicromato de potasio con una solución de 0,025N de sulfato ferroso amoniacal.

Realizar la determinación con sumo cuidado, ya que cualquier sustancia orgánica en el material de vidrio o atmósfera puede producir un error grande.

8.3.1 Si se requiere incrementar la sensibilidad en la determinación, debe reducirse un volumen mayor a 20 cm³ por ebullición de la muestra en el matraz de reflujo, con el refrigerante sin circulación de agua en presencia de todos los reactivos (volumen final total 150 cm³). Mediante esta técnica la concentración se realiza sin pérdida apreciable de las materias volátiles fácilmente digeribles y los materiales volátiles resistentes a la digestión se pierden, sin embargo, el sistema es más eficiente que los métodos de concentración ordinaria.

8.3.2 Un blanco debe ser corrido de la misma forma como se trató la muestra.

8.4 Evaluación del método y calidad de reactivos. Evaluar la técnica y la calidad de los reactivos mediante una solución patrón de glucosa o ftalato ácido de potasio, C₆H₄ COOH COOK.

8.4.1 La glucosa tiene una DQO teórico de 1,067g O₂/g. Disolver 468,6mg de glucosa en 1 000 cm³ de agua destilada para preparar una solución de 500 mg O₂/l de DQO.

NOTA 2. La mezcla debe ser bien homogénea antes de aplicar el calor, ya que si esto no se cumple puede presentarse calentamientos localizados en determinados puntos del fondo del matraz y producirse expulsión súbita de la mezcla a través del condensador.

(continúa)

8.4.2 Proceder a la determinación de DQO como se indica en 8.1.1 a 8.1.6.

8.4.3 El ftalato ácido de potasio tiene un DQO teórico de 1,176g O₂/g. La solución 6.9 tiene 500 mg O₂/l de DQO. Con este reactivo se puede esperar una recuperación del 98^o/o del DQO teórico. Además, tiene la ventaja sobre la glucosa, que puede ser estandarizado químicamente.

9. CALCULOS

$$9.1 \quad \text{mg/l DQO} = \frac{(a-b)N \times 8\,000}{\text{cm}^3 \text{ muestra}}$$

Siendo:

DQO = demanda química de oxígeno.

a = cm³ Fe (NH₄)₂ (SO₄)₂ usado para el blanco.

b = cm³ Fe (NH₄)₂ (SO₄)₂ usado para la muestra.

N = normalidad del Fe (NH₄)₂ (SO₄)₂.

9.2 Cuando no se utiliza HgSO₄ para eliminar la interferencia de cloruros debe restarse del DQO la concentración de cloruros en la muestra mg/l.

$$\text{mg/l DQO} = \frac{(a-b)N \times 8\,000}{\text{cm}^3 \text{ muestra}} - \text{Cl} \times 0,23$$

Donde:

Cl = mg/l de cloruros.

10. ERROR ACEPTABLE

10.1 La diferencia entre los resultados de una determinación realizada por duplicado no debe exceder el 5^o/o del promedio de ambos valores; en caso contrario, debe repetirse la determinación.

11. INFORME DE RESULTADOS

11.1 Como resultado final, debe reportarse la media aritmética de los resultados de la determinación en mg/l DQO.

11.2 Debe indicarse el resultado obtenido y cualquier condición no especificada en esta norma, o considerada como opcional, así como cualquier circunstancia que puede haber influido sobre el resultado.

(continúa)

11.3 Deben incluirse todos los datos necesarios para la completa identificación de la muestra.

(continúa)

APENDICE Z

Z.1 NORMAS A CONSULTAR

- Determinación de cloruros.

Z.2 BASES DE ESTUDIO

Standard methods for the examination of water and wastewater. *508 A Oxigen demand (Chemical)*. 15th edition, 1980.

EPA Manual of methods for chemical analysis of water and wastes. *Chemical oxigen demand*. Technology transfer 1976.

INEN 1 203

INFORMACION COMPLEMENTARIA

La Norma Técnica INEN 1 203 fue estudiada por el Subcomité Técnico AL 01.06 AGUA POTABLE y aprobada por éste en 1983-05-06.

Formaron parte del Subcomité Técnico, las siguientes personas:

INTEGRANTES:

Dr. José E. Marcos
Dr. Hernán Riofrío
Dra. Mercedes Reyes

Dra. Carlota Naranjo
Dra. Ligia de Arcentales

Sra. Rita de Meneses
Dr. Gonzalo Sandoval
Dr. Nicolás Brito

Dra. Mónica Paz
Dr. Fabián Ordóñez
Dra. Rosa de León

Dr. Nicolás Campaña
Lic. Pilar Villacrés
Dra. Hipatia Navas
Dr. Ramiro Gallegos

ORGANIZACION REPRESENTADA:

EMAP, Guayaquil
INERHI
INSTITUTO NACIONAL LEOPOLDO IZQUIE-
TA PEREZ, Guayaquil
UNIVERSIDAD CATOLICA
INSTITUTO NACIONAL LEOPOLDO IZQUIE-
TA PEREZ, Quito
CERVECERIA ANDINA
EMAP, Quito
CENTRO DE REHABILITACION DE MA-
NABI
IEOS
ETAPA, Cuenca
INSTITUTO NACIONAL LEOPOLDO IZQUIE-
TA PEREZ, Quito
EMAP, Guayaquil
CREA, Cuenca
INEN
INEN

La Norma en referencia fue sometida a Consulta Pública de 1981-08-24 a 1981-10-08 y se tomaron en cuenta todas las observaciones recibidas.

La Norma Técnica INEN 1 203 fue aprobada por el Consejo Directivo del Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN, en sesión de 1985-04-19.

El señor Ministro de Industrias, Comercio e Integración, autorizó y oficializó esta norma, con el carácter de OBLIGATORIA, mediante Acuerdo Ministerial No. 556 de 1985-07-31, publicado en el Registro Oficial No. 263 de 1985-09-03.

P.V.P. S/.100,00

ANEXO III
NORMA TECNICA
ECUATORIANA INEN 1543

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 1 543 (1R)
PINTURAS ARQUITECTÓNICAS
DETERMINACIÓN DE LA
LAVABILIDAD

1. OBJETO

1.1 Esta norma establece el método para determinar la lavabilidad en pinturas a base de látex empleando un detergente no abrasivo

2. DEFINICIONES

2.1 Para los efectos de esta norma, se adoptan las definiciones contempladas en la NTE INEN 997 y la que a continuación se indica:

2.1.1 Lavabilidad: Resistencia de la pintura al efecto de un agente de limpieza en la remoción de manchas.

3. RESUMEN

3.1 El método consiste en someter una película de pintura arquitectónica, previamente ensuciada, a la limpieza con una esponja húmeda e impregnada de una solución de un detergente determinado . Se calcula el porcentaje en función de las manchas removidas.

4. EQUIPO

4.1 Máquina de lavado. Consta esencialmente de un motor eléctrico, montado en una plancha de metal y un mecanismo por medio del cual el motor imprime a la esponja un movimiento recíproco a lo largo de la lámina de ensayo sujeta a la plancha.

4.2 Esponja. La esponja preencogida es cortada a un tamaño en seco de 95 mm. x 72 mm. x 38 mm. La masa total de la caja de esponja y la esponja seca debe ser de 450 g \pm 15 g. Una lámina de metal debe sujetarse a la parte superior de la caja de esponja para alcanzar esta masa.

4.3 Lámina de vidrio. Revestida de un fondo a base de solvente (Nota 1), o lámina de plástico negro Leneta P-121-10N (o similar).

Nota 1: El fondo puede ser un recubrimiento epóxico o un similar que genere adherencia con la pintura de látex.

4.4 Aplicador de película de 175 micrómetros de luz o similar (0,175 mm) tipo AP-U-DOW-NK de Gardner

5. MEDIO ENSUCIANTE

5.1 Lápiz labial rojo

5.2 Lápiz de grafito No. 2

5.3 Lápiz rojo No. 2

5.4 Mostaza

5.5 Salsa de tomate

5.6 Cola negra

6. MEDIO DE LAVADO

6.1 Solución de detergente no abrasivo:

| | |
|------------------------------------|--------|
| Agua. | 100g. |
| Hidroxietil celulosa (ver Nota 2). | 1.5 g. |
| Detergente (ver Nota 3). | 2 g. |

7. PREPARACIÓN DEL PANEL Y PELÍCULA DE PINTURA

7.1 Extender una película de la pintura sobre un panel de vidrio plano o lámina de plástico negro con un aplicador como se indica en 4.4.

7.2 La película debe ser de 90 mm de ancho mínimo y debe hacerse paralela a la dimensión más alargada del panel con un movimiento uniforme.

7.3 Dejar secar el panel por 7 días a temperatura y humedad relativa ambiente.

8. PROCEDIMIENTO

8.1 Manchar transversalmente el panel en el centro extendiendo una película de 10 mm de ancho de cada medio ensuciante (5) espaciado uno de otro 30 mm .

8.2 Secar el panel manchado por lo menos 30 minutos a temperatura ambiente y retirar con un paño excesos de cada uno de los agentes ensuciantes.

8.3 Sujetar el panel a la máquina de lavado en forma tal que la esponja en su recorrido pase por el centro de la parte ensuciada.

8.4 Humectar completamente la esponja con agua, luego exprimirla con una mano hasta que no gotee.

8.5 Luego verter uniformemente a lo largo de la película de pintura 50 cm³ de solución de detergente.

8.6 Colocar la esponja en el soporte de la máquina y poner en funcionamiento el motor inmediatamente

Nota 2. Se debe usar una hidroxietil celulosa que tenga una especificación de viscosidad al 1% de 1500cPa2500cP

Nota 3. El detergente utilizado es Tritón X-100 de Dow o similar.

8.7 La esponja debe moverse a una velocidad de 35 ciclos \pm 5 ciclos por minuto.

8.8 Someter el panel de ensayo con la aplicación de pintura manchada a 200 ciclos.

8.9 Retirar el panel de ensayo de la máquina, lavarlo con agua corriente y con una esponja limpia sin causar abrasión; finalmente, secara la temperatura ambiente.

9. INFORME DE RESULTADOS

9.1 Expresar el resultado en porcentaje, de acuerdo al número de manchas que se eliminaron completamente sin deterioro notorio de la película de la siguiente manera:

100% si se remueven todas las manchas sin dejar rastro 80% si se remueven 5 de las manchas sin dejar rastro 50% si se remueven al menos 3 manchas sin dejar rastro

9.2 Además, debe indicarse lo siguiente:

- a) Tipo y número de la muestra o cualquier otra identificación
- b) Ensayo efectuado y método empleado
- c) Espesor húmedo de aplicación
- d) Condiciones de humedad y temperatura para la preparación de la muestra
- e) Fecha de ensayo
- f) Nombre de la persona que realizó el ensayo

APÉNDICE Z

Z.1 NORMAS A CONSULTAR

Esta norma no requiere de otras para su aplicación

Z.2 BASES DE ESTUDIO

Norma Colombiana ICONTEC 799 *Pinturas. Método para la determinación de la lavabilidad.* Instituto Colombiano de Normas Técnicas. Bogotá, 2001.

Norma ASTM D4828 Standard Test Method for Practical Washability of Organic Coatings. American Society for Testing and Materials. Philadelphia, 2005

ANEXO IV
TULAS LIBRO VI ANEXO I

NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES : RECURSO AGUA

LIBRO VI ANEXO 1

Introducción

La presente norma técnica ambiental es dictada bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental y se somete a las disposiciones de éstos, es de aplicación obligatoria y rige en todo el territorio nacional.

La presente norma técnica determina o establece:

- a) Los límites permisibles, disposiciones y prohibiciones para las descargas en cuerpos de aguas o sistemas de alcantarillado;
- b) Los criterios de calidad de las aguas para sus distintos usos; y,
- c) Métodos y procedimientos para determinar la presencia de contaminantes en el agua.

Objeto

La norma tiene como objetivo la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, en lo relativo al recurso agua.

El objetivo principal de la presente norma es proteger la calidad del recurso agua para salvaguardar y preservar la integridad de las personas, de los ecosistemas y sus interrelaciones y del ambiente en general.

Las acciones tendientes a preservar, conservar o recuperar la calidad del recurso agua deberán realizarse en los términos de la presente Norma.

DEFINICIONES

Para el propósito de esta norma se consideran las definiciones establecidas en el Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, y las que a continuación se indican:

Agua costera

Es el agua adyacente a la tierra firme, cuyas propiedades físicas están directamente influenciadas por las condiciones continentales.

Agua marina

Es el agua de los mares y se distingue por su elevada salinidad, también conocida como agua salada. Las aguas marinas corresponden a las aguas territoriales en la extensión y términos que fijen el derecho internacional, las aguas marinas interiores y las de lagunas y esteros que se comuniquen permanentemente.

Aguas residuales

Las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, de servicios agrícolas, pecuarios, domésticos, incluyendo fraccionamientos y en general de cualquier otro uso, que hayan sufrido degradación en su calidad original.

Aguas pluviales

Aquellas que provienen de lluvias, se incluyen las que provienen de nieve y granizo.

Agua dulce

Agua con una salinidad igual o inferior a 0.5 UPS.

Agua salobre

Es aquella que posee una salinidad entre 0.5 y 30 UPS.

Agua salina

Es aquella que posee una salinidad igual o superior a 30 UPS.

Aguas de estuarios

Son las correspondientes a los tramos de ríos que se hallan bajo la influencia de las mareas y que están limitadas en extensión hasta la zona donde la concentración de cloruros es de 250 mg/l o mayor durante los caudales de estiaje.

Agua subterránea

Es toda agua del subsuelo, que se encuentra en la zona de saturación (se sitúa debajo del nivel freático donde todos los espacios abiertos están llenos con agua, con una presión igual o mayor que la atmosférica).

Aguas superficiales

Toda aquella agua que fluye o almacena en la superficie del terreno.

Agua para uso público urbano

Es el agua nacional para centros de población o asentamientos humanos, destinada para el uso y consumo humano, previa potabilización.

Bioacumulación

Proceso mediante el cual circulan y se van acumulando a lo largo de la cadena trófica una serie de sustancias tóxicas, las cuales pueden alcanzar concentraciones muy elevadas en un determinado nivel.

Bioensayo acuático

Es el ensayo por el cual se usan las respuestas de organismos acuáticos, para detectar o medir la presencia o efectos de una o más sustancias, elementos, compuestos, desechos o factores ambientales solos o en combinación.

Capacidad de asimilación

Propiedad que tiene un cuerpo de agua para recibir y depurar contaminantes sin alterar sus patrones de calidad, referido a los usos para los que se destine.

Caracterización de un agua residual

Proceso destinado al conocimiento integral de las características estadísticamente confiables del agua residual, integrado por la toma de muestras, medición de caudal e identificación de los componentes físico, químico, biológico y microbiológico.

Carga promedio

Es el producto de la concentración promedio por el caudal promedio, determinados en el mismo sitio.

Carga máxima permisible

Es el límite de carga que puede ser aceptado en la descarga a un cuerpo receptor o a un sistema de alcantarillado.

Carga contaminante

Cantidad de un contaminante aportada en una descarga de aguas residuales, expresada en unidades de masa por unidad de tiempo.

Contaminación de aguas subterráneas

Cualquier alteración de las propiedades físico, química, biológicas de las aguas subterráneas, que pueda ocasionar el deterioro de la salud, la seguridad y el bienestar de la población, comprometer su uso para fines de consumo humano, agropecuario, industriales, comerciales o recreativos, y/o causar daños a la flora, a la fauna o al ambiente en general.

Cuerpo receptor o cuerpo de agua

Es todo río, lago, laguna, aguas subterráneas, cauce, depósito de agua, corriente, zona marina, estuarios, que sea susceptible de recibir directa o indirectamente la descarga de aguas residuales.

Depuración

Es la remoción de sustancias contaminantes de las aguas residuales para disminuir su impacto ambiental.

Descargar

Acción de verter, infiltrar, depositar o inyectar aguas residuales a un cuerpo receptor o a un sistema de alcantarillado en forma continua, intermitente o fortuita.

Descarga no puntual

Es aquella en la cual no se puede precisar el punto exacto de vertimiento al cuerpo receptor, tal es el caso de descargas provenientes de escorrentía, aplicación de agroquímicos u otros similares.

Efluente

Líquido proveniente de un proceso de tratamiento, proceso productivo o de una actividad.

FAO

Organización para la Agricultura y Alimentos de las Naciones Unidas.

Isohalina

Es una línea imaginaria que une los puntos de igual salinidad en un lugar geográfico determinado.

Isoterma

Es una línea imaginaria que une los puntos de igual temperatura en un lugar geográfico determinado.

Línea base

Denota el estado de un sistema en un momento en particular, antes de un cambio posterior. Se define también como las condiciones en el momento de la investigación dentro de un área que puede estar influenciada por actividades industriales o humanas.

Línea de fondo

Denota las condiciones ambientales imperantes, antes de cualquier perturbación. Es decir, significa las condiciones que hubieran predominado en ausencia de actividades antropogénicas, sólo con los procesos naturales en actividad.

Metales pesados

Metales de número atómico elevado, como cadmio, cobre, cromo, hierro, manganeso, mercurio, níquel, plomo, y zinc, entre otros, que son tóxicos en concentraciones reducidas y tienden a la bioacumulación.

Módulo

Conjunto unitario que se repite en el sistema de tratamiento, cumple con el propósito de mantener el sistema de tratamiento trabajando, cuando se proporciona mantenimiento al mismo.

Oxígeno disuelto

Es el oxígeno libre que se encuentra en el agua, vital para las formas de vida acuática y para la prevención de olores.

Pesticida o plaguicida

Los pesticidas son sustancias usadas para evitar, destruir, repeler o ejercer cualquier otro tipo de control de insectos, roedores, plantas, malezas indeseables u otras formas de vida inconvenientes. Los pesticidas se clasifican en:

Organoclorados, organofosforados, organomercuriales, carbamatos, piretroides, bipiridilos, y warfarineos, sin ser esta clasificación limitativa.

Polución o contaminación del agua

Es la presencia en el agua de contaminante en concentraciones y permanencias superiores o inferiores a las establecidas en la legislación vigente capaz de deteriorar la calidad del agua.

Polución térmica

Descargas de agua a mayor o menor temperatura que aquella que se registra en el cuerpo receptor al momento del vertido, provenientes de sistemas industriales o actividades humanas.

Pozo u obra de captación

Cualquier obra, sistema, proceso, artefacto o combinación, construidos por el hombre con el fin principal o incidental de extraer agua subterránea.

Pozo artesiano

Pozo perforado en un acuífero, cuyo nivel de agua se eleva sobre la superficie del suelo.

Pozo tubular

Pozo de diámetro reducido, perforado con un equipo especializado.

Río

Corriente de agua natural, perenne o intermitente, que desemboca a otras corrientes, embalses naturales o artificiales, lagos, lagunas o al mar.

Toxicidad

Se considera tóxica a una sustancia o materia cuando debido a su cantidad, concentración o características físico, químicas o infecciosas presenta el potencial de:

- a) Causar o contribuir de modo significativo al aumento de la mortalidad, al aumento de enfermedades graves de carácter irreversible o a las incapacitaciones reversibles.
- b) Que presente un riesgo para la salud humana o para el ambiente al ser tratados, almacenados, transportados o eliminados de forma inadecuada.
- c) Que presente un riesgo cuando un organismo vivo se expone o está en contacto con la sustancia tóxica.

Toxicidad en agua

Es la propiedad de una sustancia, elemento o compuesto, de causar efecto letal u otro efecto nocivo en 4 días a los organismos utilizados para el bioensayo acuático.

Toxicidad crónica

Es la habilidad de una sustancia o mezcla de sustancias de causar efectos dañinos en un período extenso, usualmente después de exposiciones continuas o repetidas.

Tratamiento convencional para potabilizar el agua

Son las siguientes operaciones y procesos: Coagulación, floculación, sedimentación, filtración y desinfección.

Tratamiento convencional para efluentes, previa a la descarga a un cuerpo receptor o al sistema de alcantarillado

Es aquel que está conformado por tratamiento primario y secundario, incluye desinfección.

Tratamiento primario.- Contempla el uso de operaciones físicas tales como: Desarenado, mezclado, floculación, flotación, sedimentación, filtración y el desbaste (principalmente rejillas, mallas, o cribas) para la eliminación de sólidos sedimentables y flotantes presentes en el agua residual.

Tratamiento secundario.- Contempla el empleo de procesos biológicos y químicos para remoción principalmente de compuestos orgánicos biodegradables y sólidos suspendidos.

El tratamiento secundario generalmente está precedido por procesos de depuración unitarios de tratamiento primario.

Tratamiento Avanzado para efluentes, previo descarga a un cuerpo receptor o al sistema de alcantarillado

Es el tratamiento adicional necesario para remover sustancias suspendidas y disueltas que permanecen después del tratamiento convencional para efluentes.

UPS

Unidad práctica de salinidad y representa la cantidad de gramos de sales disueltas en un kilo de agua.

Usuario

Es toda persona natural o jurídica de derecho público o privado, que utilice agua tomada directamente de una fuente natural o red pública.

Valores de línea de base

Parámetros o indicadores que representan cuantitativa o cualitativamente las condiciones de línea de base.

Valores de fondo

Parámetros o indicadores que representan cuantitativa o cualitativamente las condiciones de línea de fondo.

Zona de mezcla

Es el área técnicamente determinada a partir del sitio de descarga, indispensable para que se produzca una mezcla homogénea en el cuerpo receptor.

CLASIFICACION

Criterios de calidad por usos

1. Criterios de calidad para aguas destinadas al consumo humano y uso doméstico, previo a su potabilización.
2. Criterios de calidad para la preservación de flora y fauna en aguas dulces frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuarios.
3. Criterios de calidad para aguas subterráneas.
4. Criterios de calidad para aguas de uso agrícola o de riego.
5. Criterios de calidad para aguas de uso pecuario.
6. Criterios de calidad para aguas con fines recreativos.
7. Criterios de calidad para aguas de uso estético.
8. Criterios de calidad para aguas utilizadas para transporte.
9. Criterios de calidad para aguas de uso industrial.

Criterios generales de descarga de efluentes

1. Normas generales para descarga de efluentes, tanto al sistema de alcantarillado como a los cuerpos de agua.
2. Límites permisibles, disposiciones y prohibiciones para descarga de efluentes al sistema de alcantarillado.
3. Límites permisibles, disposiciones y prohibiciones para descarga de efluentes a un cuerpo de agua o receptor.
 - a) Descarga a un cuerpo de agua dulce.
 - b) Descarga a un cuerpo de agua marina.

DESARROLLO

Normas generales de criterios de calidad para los usos de las aguas superficiales,

subterráneas, marítimas y de estuarios.

La norma tendrá en cuenta los siguientes usos del agua:

- a) Consumo humano y uso doméstico.
- b) Preservación de Flora y Fauna.
- c) Agrícola.
- d) Pecuario.
- e) Recreativo.
- f) Industrial.
- g) Transporte.
- h) Estético.

En los casos en los que se concedan derechos de aprovechamiento de aguas con fines múltiples, los criterios de calidad para el uso de aguas, corresponderán a los valores más restrictivos para cada referencia.

Criterios de calidad para aguas de consumo humano y uso doméstico

4.1.1.1 Se entiende por agua para consumo humano y uso doméstico aquella que se emplea en actividades como:

- a) Bebida y preparación de alimentos para consumo,
- b) Satisfacción de necesidades domésticas, individuales o colectivas, tales como higiene personal y limpieza de elementos, materiales o utensilios,
- c) Fabricación o procesamiento de alimentos en general.

4.1.1.2 Esta Norma se aplica durante la captación de la misma y se refiere a las aguas para consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieran de tratamiento convencional, deberán cumplir con los siguientes criterios (ver tabla 1):

.8.1.1.1.1 TABLA 1. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA AGUAS DE CONSUMO HUMANO Y USO DOMÉSTICO, QUE ÚNICAMENTE REQUIEREN TRATAMIENTO CONVENCIONAL.

| Parámetros | Expresado Como | Unidad | Límite Máximo Permissible |
|-------------------|-------------------------------|---------------|----------------------------------|
| Aceites y Grasas | Sustancias solubles en hexano | mg/l | 0,3 |
| Aluminio | Al | mg/l | 0,2 |
| Amoniaco | N-Amoniacal | mg/l | 1,0 |
| Amonio | NH ₄ | mg/l | 0,05 |
| Arsénico (total) | As | mg/l | 0,05 |
| Bario | Ba | mg/l | 1,0 |

| Parámetros | Expresado Como | Unidad | Límite Máximo Permissible |
|--|-------------------|-------------------|---------------------------|
| Cadmio | Cd | mg/l | 0,01 |
| Cianuro (total) | CN ⁻ | mg/l | 0,1 |
| Cloruro | Cl | mg/l | 250 |
| Cobre | Cu | mg/l | 1,0 |
| Coliformes Totales | nmp/100 ml | | 3 000 |
| Coliformes Fecales | nmp/100 ml | | 600 |
| Color | color real | unidades de color | 100 |
| Compuestos fenólicos | Fenol | mg/l | 0,002 |
| Cromo hexavalente | Cr ⁺⁶ | mg/l | 0,05 |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días) | DBO ₅ | mg/l | 2,0 |
| Dureza | CaCO ₃ | mg/l | 500 |

Continua...

.8.1.1.1.1.2

.8.1.1.1.1.3 CONTINUACIÓN...

.8.1.1.1.1.4 TABLA 1. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA AGUAS DE CONSUMO HUMANO Y USO DOMÉSTICO, QUE ÚNICAMENTE REQUIEREN TRATAMIENTO CONVENCIONAL.

| Parámetros | Expresado Como | Unidad | Límite Máximo Permissible |
|----------------------------|-------------------------------|--------|--|
| Bifenilo policlorados/PCBs | Concentración de PCBs totales | µg/l | 0,0005 |
| Fluoruro (total) | F | mg/l | 1,5 |
| Hierro (total) | Fe | mg/l | 1,0 |
| Manganeso (total) | Mn | mg/l | 0,1 |
| Materia flotante | | | Ausencia |
| Mercurio (total) | Hg | mg/l | 0,001 |
| Nitrato | N-Nitrato | mg/l | 10,0 |
| Nitrito | N-Nitrito | mg/l | 1,0 |
| Olor y sabor | | | Es permitido olor y sabor removible por tratamiento convencional |
| Oxígeno disuelto | O.D. | mg/l | No menor al |

| Parámetros | Expresado Como | Unidad | Límite Máximo Permissible |
|--|--|--------|--|
| | | | 80% del oxígeno de saturación y no menor a 6mg/l |
| Plata (total) | Ag | mg/l | 0,05 |
| Plomo (total) | Pb | mg/l | 0,05 |
| Potencial de hidrógeno | pH | | 6-9 |
| Selenio (total) | Se | mg/l | 0,01 |
| Sodio | Na | mg/l | 200 |
| Sólidos disueltos totales | | mg/l | 1 000 |
| Sulfatos | SO ₄ ⁼ | mg/l | 400 |
| Temperatura | | °C | Condición Natural + o - 3 grados |
| Tensoactivos | Sustancias activas al azul de metileno | mg/l | 0,5 |
| Turbiedad | | UTN | 100 |
| Zinc | Zn | mg/l | 5,0 |
| .8.1.1.1.1.5 *PRODUCTOS PARA LA DESINFECCIÓN | | mg/l | 0,1 |
| .8.1.1.1.1.6 HIDROCARBuros AROMÁTICOS | | | |
| Benceno | C ₆ H ₆ | µg/l | 10,0 |
| Benzo(a) pireno | | µg/l | 0,01 |
| Etilbenceno | | µg/l | 700 |
| Estireno | | µg/l | 100 |
| Tolueno | | µg/l | 1 000 |

Continua...

.8.1.1.1.1.7

.8.1.1.1.1.8

.8.1.1.1.1.9 CONTINUACIÓN...

.8.1.1.1.10 TABLA 1. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA AGUAS DE CONSUMO HUMANO Y USO DOMÉSTICO, QUE ÚNICAMENTE REQUIEREN TRATAMIENTO CONVENCIONAL.

| Parámetro | Expresado Como | Unidad | Límite Máximo Permissible |
|--|---|--------|---------------------------|
| Xilenos (totales) | | µg/l | 10 000 |
| .8.1.1.1.11 PESTICIDAS Y HERBICIDAS | | | |
| Carbamatos totales | Concentración de carbamatos totales | mg/l | 0,1 |
| Organoclorados totales | Concentración de organoclorados totales | mg/l | 0,01 |
| Organofosforados totales | Concentración de organofosforados totales | mg/l | 0,1 |
| Dibromocloropropano (DBCP) | Concentración total de DBCP | µg/l | 0,2 |
| Dibromoetileno (DBE) | Concentración total de DBE | µg/l | 0,05 |
| Dicloropropano (1,2) | Concentración total de dicloropropano | µg/l | 5 |
| Diquat | | µg/l | 70 |
| Glifosato | | µg/l | 200 |
| Toxafeno | | µg/l | 5 |
| COMPUESTOS HALOGENADOS | | | |
| Tetracloruro de carbono | | µg/l | 3 |
| Dicloroetano (1,2-) | | µg/l | 10 |
| Dicloroetileno (1,1-) | | µg/l | 0,3 |
| Dicloroetileno (1,2-cis) | | µg/l | 70 |
| Dicloroetileno (1,2- | | µg/l | 100 |

| Parámetro | Expresado Como | Unidad | Límite Máximo Permissible |
|------------------------|----------------|--------|---------------------------|
| trans) | | | |
| Diclorometano | | µg/l | 50 |
| Tetracloroetileno | | µg/l | 10 |
| Tricloroetano (1,1,1-) | | µg/l | 200 |
| Tricloroetileno | | µg/l | 30 |
| Clorobenceno | | µg/l | 100 |
| Diclorobenceno (1,2-) | | µg/l | 200 |
| Diclorobenceno (1,4-) | | µg/l | 5 |
| Hexaclorobenceno | | µg/l | 0,01 |
| Bromoximil | | µg/l | 5 |
| Diclorometano | | µg/l | 50 |
| Tribrometano | | µg/l | 2 |

Nota:

Productos para la desinfección: Cloroformo, Bromodiclorometano, Dibromoclorometano y Bromoformo.

4.1.1.3 Las aguas para consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieran de desinfección, deberán cumplir con los requisitos que se mencionan a continuación (ver tabla 2):

.8.1.1.1.12 TABLA 2. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA AGUAS DE CONSUMO HUMANO Y USO DOMÉSTICO QUE ÚNICAMENTE REQUIERAN DESINFECCIÓN.

| Parámetros | Expresado Como | Unidad | LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE |
|------------------|-------------------------------|--------|--------------------------|
| Aceites y Grasas | Sustancias solubles en hexano | mg/l | 0,3 |
| Aluminio total | Al | mg/l | 0,1 |
| Amoniaco | N-amoniacal | mg/l | 1,0 |
| Arsénico (total) | As | mg/l | 0,05 |
| Bario | Ba | mg/l | 1,0 |
| Berilio | Be | mg/l | 0,1 |
| Boro (total) | B | mg/l | 0,75 |

| Parámetros | Expresado Como | Unidad | LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE |
|--|----------------------|-------------------|---|
| Cadmio | Cd | mg/l | 0,001 |
| Cianuro (total) | CN ⁻ | mg/l | 0,01 |
| Cobalto | Co | mg/l | 0,2 |
| Cobre | Cu | mg/l | 1,0 |
| Color | color real | Unidades de color | 20 |
| Coliformes Totales | nmp/100 ml | | 50* |
| Cloruros | Cl ⁻ | mg/l | 250 |
| Compuestos fenólicos | Expresado como fenol | mg/l | 0,002 |
| Cromo hexavalente | Cr ⁺⁶ | mg/l | 0,05 |
| Compuestos fenólicos | Expresado como fenol | mg/l | 0,002 |
| Cromo hexavalente | Cr ⁺⁶ | mg/l | 0,05 |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días) | DBO ₅ | mg/l | 2 |
| Dureza | CaCO ₃ | mg/l | 500 |
| Estaño | Sn | mg/l | 2,0 |
| Fluoruros | F | mg/l | Menor a 1,4 |
| Hierro (total) | Fe | mg/l | 0,3 |
| Litio | Li | mg/l | 2,5 |
| Manganeso (total) | Mn | mg/l | 0,1 |
| Materia Flotante | | | .8.1.1.1.1.12.1 US EN CIA |
| Mercurio (total) | Hg | mg/l | 0,001 |
| Níquel | Ni | mg/l | 0,025 |
| Nitrato | N-Nitrato | mg/l | 10,0 |
| Nitrito | N-Nitrito | mg/l | 1,0 |
| Olor y sabor | | | Ausencia |
| Oxígeno disuelto | O.D | mg/l | No menor al 80% del oxígeno de saturación y no menor a 6 mg/l |

Continua...

.8.1.1.1.13 CONTINUACIÓN...

.8.1.1.1.14 TABLA 2. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA AGUAS DE CONSUMO HUMANO Y USO DOMÉSTICO QUE ÚNICAMENTE REQUIERAN DESINFECCIÓN.

| Parámetros | Expresado Como | Unidad | LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE |
|--------------------------------------|--|--------|--------------------------------|
| Plata (total) | Ag | mg/l | 0,05 |
| Plomo (total) | Pb | mg/l | 0,05 |
| Potencial de Hidrógeno | pH | | 6-9 |
| Selenio (total) | Se | mg/l | 0,01 |
| Sodio | Na | mg/l | 200 |
| Sulfatos | SO ₄ ⁼ | mg/l | 250 |
| Sólidos disueltos totales | | mg/l | 500 |
| Temperatura | °C | | Condición Natural +/- 3 grados |
| Tensoactivos | Sustancias activas al azul de metileno | mg/l | 0,5 |
| Turbiedad | | UTN | 10 |
| Uranio Total | | mg/l | 0,02 |
| Vanadio | V | mg/l | 0,1 |
| Zinc | Zn | mg/l | 5,0 |
| .8.1.1.1.15 HIDROCARBUROS AROMÁTICOS | | | |
| Benceno | C ₆ H ₆ | mg/l | 0,01 |
| Benzo-a- pireno | | mg/l | 0,00001 |
| .8.1.1.1.16 PESTICIDAS Y HERBICIDAS | | | |
| Organoclorados totales | Concentración de organoclorado | mg/l | 0,01 |

| Parámetros | Expresado Como | Unidad | LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE |
|-------------------------------|--|---------------|---------------------------------|
| Organofosforados y carbamatos | s totales Concentración de organofosforados y carbamatos totales. | mg/l | 0,1 |
| Toxafeno | | µg/l | 0,01 |
| COMPUESTOS HALOGENADOS | | | |
| Tetracloruro de carbono | | mg/l | 0,003 |
| Dicloroetano (1,2-) | | mg/l | 0,01 |
| Tricloroetano (1,1,1-) | | mg/l | 0,3 |

Nota:

*Cuando se observe que más del 40% de las bacterias coliformes representadas por el Índice NMP, pertenecen al grupo coliforme fecal, se aplicará tratamiento convencional al agua a emplearse para el consumo humano y doméstico.

4.1.2 Criterios de calidad de aguas para la preservación de flora y fauna en aguas dulces frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuarios

4.1.2.1 Se entiende por uso del agua para preservación de flora y fauna, su empleo en actividades destinadas a mantener la vida natural de los ecosistemas asociados, sin causar alteraciones en ellos, o para actividades que permitan la reproducción, supervivencia, crecimiento, extracción y aprovechamiento de especies bioacuáticas en cualquiera de sus formas, tal como en los casos de pesca y acuicultura.

4.1.2.2 Los criterios de calidad para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, aguas marinas y de estuario, se presentan a continuación (ver tabla 3):

.8.1.1.1.17 TABLA 3. CRITERIOS DE CALIDAD ADMISIBLES PARA LA PRESERVACIÓN DE LA FLORA Y FAUNA EN AGUAS DULCES, FRÍAS O CÁLIDAS, Y EN AGUAS MARINAS Y DE ESTUARIO.

| Parámetros | Expresados como | Unidad | Límite máximo permisible | | |
|-----------------------------------|-------------------------------|--------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| | | | Agua fría dulce | Agua cálida dulce | Agua marina y de estuario |
| Clorofenoles | Concentración total de PCBs. | mg/l | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| Bifenilos policlorados/PCBs | | mg/l | 0,001 | 0,001 | 0,001 |
| Oxígeno Disuelto | O.D. | mg/l | No menor al 80% y no menor a 6 mg/l | No menor al 60% y no menor a 5 mg/l | No menor al 60% y no menor a 5 mg/l |
| Potencial de hidrógeno | pH | | 6, 5-9 | 6, 5-9 | 6, 5-9, 5 |
| Sulfuro de hidrógeno ionizado | H ₂ S | mg/l | 0,0002 | 0,0002 | 0,0002 |
| Amoníaco | NH ₃ | mg/l | 0,02 | 0,02 | 0,4 |
| Aluminio | Al | mg/l | 0,1 | 0,1 | 1,5 |
| Arsénico | As | mg/l | 0,05 | 0,05 | 0,05 |
| Bario | Ba | mg/l | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| Berilio | Be | mg/l | 0,1 | 0,1 | 1,5 |
| Boro | B | mg/l | 0,75 | 0,75 | 5,0 |
| Cadmio | Cd | mg/l | 0,001 | 0,001 | 0,005 |
| Cianuro Libre | CN ⁻ | mg/l | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| Zinc | Zn | mg/l | 0,18 | 0,18 | 0,17 |
| Cloro residual | Cl | mg/l | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| Estaño | Sn | mg/l | | | 2,00 |
| Cobalto | Co | mg/l | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| Plomo | Pb | mg/l | | | 0,01 |
| Cobre | Cu | mg/l | 0,02 | 0,02 | 0,05 |
| Cromo total | Cr | mg/l | 0,05 | 0,05 | 0,05 |
| Fenoles monohídricos | Expresado como fenoles | mg/l | 0,001 | 0,001 | 0,001 |
| Grasas y aceites | Sustancias solubles en hexano | mg/l | 0,3 | 0,3 | 0,3 |
| Hierro | Fe | mg/l | 0,3 | 0,3 | 0,3 |
| Hidrocarburos Totales de Petróleo | TPH | mg/l | 0,5 | 0,5 | 0,5 |

| Parámetros | Expresados como | Unidad | Límite máximo permisible | | |
|--|-----------------------------|-----------|--------------------------|-------------------|---------------------------|
| | | | Agua fría dulce | Agua cálida dulce | Agua marina y de estuario |
| Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs) | Concentración total de HAPs | mg/l | 0,0003 | 0,0003 | 0,0003 |
| Manganeso | Mn | mg/l | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| Materia flotante | visible | .8.1.1.1. | Ausencia | Ausencia | Ausencia |

Continua...

.8.1.1.1.19

.8.1.1.1.20

.8.1.1.1.21 CONTINUACIÓN...

.8.1.1.1.22 TABLA 3. CRITERIOS DE CALIDAD ADMISIBLES PARA LA PRESERVACIÓN DE LA FLORA Y FAUNA EN AGUAS DULCES, FRÍAS O CÁLIDAS, Y EN AGUAS MARINAS Y DE ESTUARIO.

| Parámetros | Expresados como | Unidad | Límite máximo permisible | | |
|--------------------------------------|---|--------|--------------------------|-------------------|---------------------------|
| | | | Agua fría dulce | Agua cálida dulce | Agua marina y de estuario |
| Mercurio | Hg | mg/l | 0,0002 | 0,0002 | 0,0001 |
| Níquel | Ni | mg/l | 0,025 | 0,025 | 0,1 |
| Plaguicidas organoclorados totales | Concentración de organoclorados totales | µg/l | 10,0 | 10,0 | 10,0 |
| Plaguicidas organofosforados totales | Concentración de organofosforados totales | µg/l | 10,0 | 10,0 | 10,0 |
| Piretroides | Concentración de piretroides totales | mg/l | 0,05 | 0,05 | 0,05 |
| Plata | Ag | mg/l | 0,01 | 0,01 | 0,005 |
| Selenio | Se | mg/l | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| Tensoactivos | Sustancias activas al azul de metileno | mg/l | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| Temperatura | °C | | Condición | Condición | Condición |

| Parámetros | Expresados como | Unidad | Límite máximo permisible | | |
|--------------------|-----------------|--------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| | | | Agua fría dulce | Agua cálida dulce | Agua marina y de estuario |
| Coliformes Fecales | nmp/100 ml | | s naturales + 3 Máxima 20 200 | s naturales + 3 Máxima 32 200 | s naturales + 3 Máxima 32 200 |

4.1.2.3 Además de los criterios indicados (ver tabla 3), se utilizarán los siguientes valores máximos (ver tabla 4) para la interpretación de la calidad de las aguas.

TABLA 4. Límites máximos permisibles adicionales para la interpretación de la calidad de las aguas.

| Parámetros | Unidad | Límite máximo permisible | |
|-------------------|--------|--------------------------|------------|
| | | Agua Marina | Agua Dulce |
| Acenaftileno | µg/l | 7 | 2 |
| Acrilonitrilo | µg/l | | 26 |
| Acroleina | µg/l | 0,05 | 0,2 |
| Antimonio (total) | µg/l | | 16 |
| Benceno | µg/l | 7 | 300 |
| BHC-ALFA | µg/l | | 0,01 |
| BHC-BETA | µg/l | | 0,01 |
| BHC-DELTA | µg/l | | 0,01 |

Continua...

.8.1.1.1.1.23

.8.1.1.1.1.24

.8.1.1.1.1.25

.8.1.1.1.1.26

.8.1.1.1.1.27 CONTINUACIÓN...

TABLA 4. Límites máximos permisibles adicionales para la interpretación de la calidad de las aguas.

| Parámetros | Unidad | Límite máximo permisible | |
|---------------------------------|--------|--------------------------|------------|
| | | Agua Marina | Agua Dulce |
| Clorobenceno | µg/l | | 15 |
| Clorofenol (2-) | µg/l | 30 | 7 |
| Diclorobenceno | µg/l | 2 | 2,5 |
| Diclorobenceno (1,4-) | µg/l | | 4 |
| Dicloroetano (1,2-) | µg/l | 113 | 200 |
| Dicloroetilenos | µg/l | 224 | 12 |
| Dicloropropanos | µg/l | 31 | 57 |
| Dicloropropenos | µg/l | 0,8 | 2 |
| Difenil Hidrazina (1,2) | µg/l | | 0,3 |
| Dimetilfenol (2,4-) | µg/l | | 2 |
| Dodecacloro + Nonacloro | µg/l | 0,001 | |
| Etilbenceno | µg/l | 0,4 | 700 |
| Fluoruro total | µg/l | 1 400 | 4 |
| Hexaclorobutadieno | µg/l | 0,03 | 0,1 |
| Hexaclorociclopentadieno | µg/l | 0,007 | 0,05 |
| Naftaleno | µg/l | 2 | 6 |
| Nitritos | µg/l | 1 000 | 60 |
| Nitrobenceno | µg/l | 7 | 27 |
| Nitrofenoles | µg/l | 5 | 0,2 |
| PCB (total) | µg/l | 0,03 | 0,001 |
| Pentaclorobenceno | µg/l | | 0,03 |
| Pentacloroetano | µg/l | 3 | 4 |
| P-clorometacresol | µg/l | | 0,03 |
| Talio (total) | µg/l | 2 | 0,4 |
| Tetraclorobenceno (1,2,3,4-) | µg/l | | 0,1 |
| Tetraclorobenceno (1,2,4,5-) | µg/l | | 0,15 |
| Tetracloroetano (1,1,2,2-) | µg/l | 9 | 24 |
| Tetracloroetileno | µg/l | 5 | 260 |

| Parámetros | Unidad | Límite máximo permisible | |
|-------------------------|--------|--------------------------|------------|
| | | Agua Marina | Agua Dulce |
| Tetraclorofenoles | µg/l | 0.5 | 1 |
| Tetracloruro de carbono | µg/l | 50 | 35 |
| Tolueno | µg/l | 50 | 300 |
| Toxafeno | µg/l | 0,005 | 0,000 |
| Tricloroetano (1,1,1) | µg/l | 31 | 18 |
| Tricloroetano (1,1,2) | µg/l | | 94 |
| Tricloroetileno | µg/l | 2 | 45 |
| Uranio (total) | µg/l | 500 | 20 |
| Vanadio (total) | µg/l | | 100 |

4.1.2.4 Además de los parámetros indicados dentro de esta norma, se tendrán en cuenta los siguientes criterios:

La turbiedad de las aguas de estuarios debe ser considerada de acuerdo a los siguientes límites:

- a) Condición natural (Valor de fondo) más 5%, si la turbiedad natural varía entre 0 y 50 UTN (unidad de turbidez nefelométrica);
- b) Condición natural (Valor de fondo) más 10%, si la turbiedad natural varía entre 50 y 100 UTN, y,
- c) Condición natural (Valor de fondo) más 20%, si la turbiedad natural es mayor que 100 UTN;
- d) Ausencia de sustancias antropogénicas que produzcan cambios en color, olor y sabor del agua en el cuerpo receptor, de modo que no perjudiquen a la flora y fauna acuáticas y que tampoco impidan el aprovechamiento óptimo del cuerpo receptor.

4.1.3 Criterios de calidad para aguas subterráneas

A continuación se establecen criterios de calidad a cumplirse, al utilizar las aguas subterráneas.

4.1.3.1 Todos los proyectos que impliquen la implementación de procesos de alto riesgo ambiental, como: petroquímicos, carboquímicos, cloroquímicos, usinas nucleares, y cualquier otra fuente de gran impacto, peligrosidad y riesgo para las aguas subterráneas cuando principalmente involucren almacenamiento superficial o subterráneo, deberá contener un informe detallado de las características

hidrogeológicas de la zona donde se implantará el proyecto, que permita evaluar la vulnerabilidad de los acuíferos, así como una descripción detallada de las medidas de protección a ser adoptadas.

4.1.3.2 La autorización para realizar la perforación de pozos tubulares (uso del agua) será otorgada por el CNRH, previo a la presentación por parte del interesado, de la siguiente información:

- a) Localización del pozo en coordenadas geográficas, y
- b) Uso pretendido o actual del agua.
- c) Datos técnicos de los pozos de monitoreo para la calidad del agua y remediación.

4.1.3.3 Los responsables por pozos tubulares estarán obligados a proporcionar al CNRH, al inicio de la captación de las aguas subterráneas o en cualquier época, la siguiente información:

- a) Copia del perfil geológico y características técnicas del pozo.
- b) Localización del pozo en coordenadas geográficas.
- c) Uso pretendido y actual del agua, y
- d) Análisis físico-químico y bacteriológico, efectuado en los últimos seis (6) meses, del agua extraída del pozo, realizado por un laboratorio acreditado.

4.1.3.4 Los responsables de pozos tubulares estarán obligados a reportar al CNRH, la desactivación temporal o definitiva del pozo.

4.1.3.5 Los pozos abandonados, temporal o definitivamente, y todas las perforaciones realizadas para otros fines, deberán, después de retirarse las bombas y tuberías, ser adecuadamente tapados con material impermeable y no contaminante, para evitar la contaminación de las aguas subterráneas. Todo pozo deberá ser técnica y ambientalmente abandonado.

4.1.3.6 De existir alteración comprobada de la calidad de agua de un pozo, el responsable, deberá ejecutar las obras necesarias para remediar las aguas subterráneas contaminadas y el suelo afectado.

Los criterios de calidad admisibles para las aguas subterráneas, se presentan a continuación (ver tabla 5):

.8.1.1.1.1.27.1 *TABLA 5. CRITERIOS REFERENCIALES DE CALIDAD PARA AGUAS SUBTERRÁNEAS, CONSIDERANDO UN SUELO CON CONTENIDO DE ARCILLA ENTRE (0-25,0) % Y DE MATERIA ORGÁNICA*

.8.1.1.1.1.27.2 *ENTRE (0 - 10,0) %.*

| Parámetros | Expresado como | Unidad | Límite máximo permisible |
|-------------------|-----------------------|---------------|---------------------------------|
| Arsénico (total) | As | µg/l | 35 |
| Bario | Ba | µg/l | 338 |
| Cadmio | Cd | µg/l | 3,2 |
| Cianuro (total) | CN- | µg/l | 753 |
| Cobalto | Co | µg/l | 60 |
| Cobre | Cu | µg/l | 45 |
| Cromo total | Cr | µg/l | 16 |
| Molibdeno | Mo | µg/l | 153 |
| Mercurio (total) | Hg | µg/l | 0,18 |
| Níquel | Ni | µg/l | 45 |
| Plomo | Pb | µg/l | 45 |
| Zinc | Zn | µg/l | 433 |

| Parámetros | Expresado como | Unidad | Límite máximo permisible | |
|--|-------------------------------|--------|--------------------------|----|
| Compuestos aromáticos. | | | | |
| Benceno. | C ₆ H ₆ | µg/l | 15 | |
| Tolueno. | | µg/l | 500 | |
| Estireno | | µg/l | 150 | |
| Etilbenceno | | µg/l | 75 | |
| Xileno (Suma) ¹ | | µg/l | 35 | |
| Fenol | | µg/l | 1 000 | |
| Cresol ² | | µg/l | 100 | |
| Hidroquinona | | µg/l | 400 | |
| Hidrocarburos aromáticos policíclicos. | | | | |
| Naftaleno | | | µg/l | 35 |
| Fenantreno. | | µg/l | 2,5 | |
| Antraceno | | µg/l | 2,5 | |
| Fluoranteno | | µg/l | 0,5 | |

Continua...

.8.1.1.1.1.28 CONTINUACIÓN...

.8.1.1.1.1.28.1

.8.1.1.1.1.28.2 *TABLA 5. CRITERIOS REFERENCIALES DE CALIDAD PARA AGUAS SUBTERRÁNEAS, CONSIDERANDO UN SUELO CON CONTENIDO DE ARCILLA ENTRE (0-25,0) % Y DE MATERIA ORGÁNICA*

.8.1.1.1.1.28.3 *ENTRE (0 - 10,0) %.*

| Parámetros | Expresado como | Unidad | Límite máximo permisible |
|------------|----------------|--------|--------------------------|
|------------|----------------|--------|--------------------------|

¹ Sumatoria de las formas: Meta, orto y paraxileno

² Sumatoria de las formas: Meta, orto y paracresol.

| Parámetros | Expresado como | Unidad | Límite máximo permisible |
|------------------------------|----------------|--------|--------------------------|
| Benzo(a)antraceno | | µg/l | 0,25 |
| Criseno | | µg/l | 0,026 |
| Benzo(k)fluoranteno | | µg/l | 0,026 |
| Benzo(a)pireno | | µg/l | 0,026 |
| Benzo(ghi)perileno | | µg/l | 0,025 |
| Indenol (1,2,3 cd) pireno | | µg/l | 0,025 |
| Hidrocarburos | | | |
| Clorados. | | | |
| Diclorometano | | µg/l | 500 |
| Triclorometano | | µg/l | 200 |
| Tetraclorometano | | µg/l | 5,0 |
| 1,1-dicloroetano | | µg/l | 1 300 |
| 1,2-dicloroetano | | µg/l | 200 |
| 1,1,1- tricloroetano | | µg/l | 275 |
| 1,1,2-tricloroetano | | µg/l | 750 |
| Vinilclorado | | µg/l | 0,35 |
| Cis-1,2- dicloeteno | | µg/l | 650 |
| Tricloroetano | | µg/l | 250 |
| Tetracloroetano | | µg/l | 20 |
| Monoclorobenceno | | µg/l | 90 |
| Diclorobenceno (Suma) | | µg/l | 25 |
| Triclorobenceno (Suma) | | µg/l | 5 |
| Tetraclorobenceno (Suma) | | µg/l | 1,26 |
| Pentaclorobenceno | | µg/l | 0,5 |
| Hexaclorobenceno | | µg/l | 0,26 |
| Monoclorofenol (Suma) | | µg/l | 50 |
| Diclorofenol (Suma) | | µg/l | 15 |
| Triclorofenol (Suma) | | µg/l | 5 |
| Tetraclorofenol | | µg/l | 5 |
| Pentaclorofenol | | µg/l | 1,5 |
| Cloronaftaleno | | µg/l | 3 |
| PCBs (Suma) ³ | | µg/l | 0,01 |

³ Suma de Bifenilos Policlorados Totales: Formas PCB 28, 52, 101, 138, 153 Y 180.

Continua...

.8.1.1.1.1.29

.8.1.1.1.1.30 CONTINUACIÓN...

.8.1.1.1.1.30.1

.8.1.1.1.1.30.2 **TABLA 5. CRITERIOS REFERENCIALES DE CALIDAD PARA AGUAS SUBTERRÁNEAS, CONSIDERANDO UN SUELO CON CONTENIDO DE ARCILLA ENTRE (0-25,0) % Y DE MATERIA ORGÁNICA**

.8.1.1.1.1.30.3 **ENTRE (0 - 10,0) %.**

| Parámetros | Expresado como | Unidad | Límite máximo permisible |
|---|----------------|----------------------|--------------------------|
| .8.1.1.1.1.31 PESTICIDAS ORGANOCICLORADOS DDD, DDE, DDT (Suma) ⁴ | | µg/l | 0,005 |
| Drins (Suma) ⁵ | | µg/l | 0,05 |
| HCH-Compuestos (Suma) ⁶ | | µg/l | 0,5 |
| .8.1.1.1.1.32 CARBAMATOS Carbaril Carbofuran Maneb | | µg/l µg/l µg/l | 0,06 0,06 0,05 |
| .8.1.1.1.1.33 ORGANONITROGENADOS Atrazina | | µg/l | 0,05 |

⁴ Suma de DDD, DDE y DDT.

⁵ Suma de Aldrín, Endrín, y Dieldrín.

⁶ Suma de los isómeros del Hexaclorociclohexano: alfa, beta, gama.

| Parámetros | Expresado como | Unidad | Límite máximo permisible |
|-------------------------------------|----------------|--------|--------------------------|
| .8.1.1.1.1.34 COMPUESTOS REMANENTES | | | |
| Ciclohexanos | | µg/l | 7 500 |
| Ftalatos (Suma) ⁷ | | µg/l | 2,75 |
| Hidrocarburos totales de petróleo | | µg/l | 325 |
| Piridina | | µg/l | 1,75 |
| Tetrahidrofurano | | µg/l | 0,75 |
| Tetrahidrotiofeno | | µg/l | 15 |

4.1.3.7 El Ministerio del Ambiente dictará una Subnorma específica como complemento a la presente, referente a aguas subterráneas.

4.1.4 Criterios de calidad de aguas de uso agrícola o de riego

Se entiende por agua de uso agrícola aquella empleada para la irrigación de cultivos y otras actividades conexas o complementarias que establezcan los organismos competentes.

Se prohíbe el uso de aguas servidas para riego, exceptuándose las aguas servidas tratadas y que cumplan con los niveles de calidad establecidos en esta Norma.

Los criterios de calidad admisibles para las aguas destinadas a uso agrícola se presentan a continuación (ver tabla 6) :

.8.1.1.1.1.34.1

.8.1.1.1.1.34.2

.8.1.1.1.1.34.3

.8.1.1.1.1.34.4

.8.1.1.1.1.34.5

.8.1.1.1.1.34.6

⁷ Suma de Ftalatos totales.

.8.1.1.1.1.34.7 TABLA 6. CRITERIOS DE CALIDAD ADMISIBLES PARA AGUAS DE USO AGRÍCOLA

| Parámetros | Expresado como | Unidad | Límite máximo permisible |
|----------------------------|--|---------------|---------------------------------|
| Aluminio | Al | mg/l | 5,0 |
| Arsénico (total) | As | mg/l | 0,1 |
| Bario | Ba | mg/l | 1,0 |
| Berilio | Be | mg/l | 0,1 |
| Boro (total) | B | mg/l | 1,0 |
| Cadmio | Cd | mg/l | 0,01 |
| Carbamatos totales | Concentración total de carbamatos | mg/l | 0,1 |
| Cianuro (total) | CN ⁻ | mg/l | 0,2 |
| Cobalto | Co | mg/l | 0,05 |
| Cobre | Cu | mg/l | 2,0 |
| Cromo hexavalente | Cr ⁺⁶ | mg/l | 0,1 |
| Fluor | F | mg/l | 1,0 |
| Hierro | Fe | mg/l | 5,0 |
| Litio | Li | mg/l | 2,5 |
| Materia flotante | .8.1.1.1.1.34.8 | | .8.1.1.1.1.34.9 |
| | I | | U |
| | S | | S |
| | I | | E |
| | B | | N |
| | L | | C |
| | E | | I |
| | | | A |
| Manganeso | Mn | mg/l | 0,2 |
| Molibdeno | Mo | mg/l | 0,01 |
| Mercurio (total) | Hg | mg/l | 0,001 |
| Níquel | Ni | mg/l | 0,2 |
| Organofosforados (totales) | Concentración de organofosforados totales. | mg/l | 0,1 |
| Organoclorados (totales) | Concentración de organoclorados totales. | mg/l | 0,2 |
| Plata | Ag | mg/l | 0,05 |
| Potencial de | pH | | 6-9 |

| Parámetros | Expresado como | Unidad | Límite máximo permisible |
|------------|----------------|--------|--------------------------|
| hidrógeno | | | |
| Plomo | Pb | mg/l | 0,05 |
| Selenio | Se | mg/l | 0,02 |

Continua...

.8.1.1.1.1.35

.8.1.1.1.1.36 CONTINUACIÓN...

.8.1.1.1.1.36.1 *TABLA 6. CRITERIOS DE CALIDAD ADMISIBLES PARA AGUAS DE USO AGRÍCOLA*

| Parámetros | Expresado como | Unidad | Límite máximo permisible |
|---|-------------------------------|------------------|--------------------------|
| Sólidos disueltos totales | | mg/l | 3 000,0 |
| Transparencia de las aguas medidas con el disco secchi. | | | mínimo 2,0 m |
| Vanadio | V | mg/l | 0,1 |
| Aceites y grasa | Sustancias solubles en hexano | mg/l | 0,3 |
| Coniformes Totales | nmp/100 ml | | .8.1.1.1.1.36.2 1 000 |
| Huevos de parásitos | | Huevos por litro | cero |
| Zinc | Zn | mg/l | 2,0 |

Además de los criterios indicados, la Entidad Ambiental de Control utilizará también las siguientes guías para la interpretación de la calidad del agua para riego y deberá autorizar o no el uso de agua con grado de restricción severo o moderado (ver tabla 7):

.8.1.1.1.1.36.3 TABLA 7. PARÁMETROS DE LOS NIVELES GUÍA DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA RIEGO

| PROBLEMA POTENCIAL | UNIDADES | *GRADO DE RESTRICCIÓN. | | | |
|---|---|---|---|---------------------------------|---|
| | | Ninguno | Ligero | Moderado | Severo |
| Salinidad (1): CE (2) SDT (3) | Milimhos/cm mg/l | 0,7 450 | 0,7 450 | 3,0 2000 | >3,0 >2000 |
| Infiltración (4): RAS = 0 – 3 y CE RAS = 3 – 6 y CE RAS = 6 – 12 y CE RAS = 12 – 20 y CE RAS = 20 – 40 y CE | | 0,7 1,2 1,9 2,9 5,0 | 0,7 1,2 1,9 2,9 5,0 | 0,2 0,3 0,5 1,3 2,9 | < 0,2 < 0,3 < 0,5 <1,3 <2,9 |
| Toxicidad por ión específico (5): - Sodio: Irrigación superficial RAS (6) Aspersión - Cloruros Irrigación superficial Aspersión - Boro | meq/l meq/l meq/l mg/l | 3,0 3,0 4,0 3,0 0,7 | 3,0 3,0 4,0 3,0 0,7 | 9 10,0 3,0 | > 9,0 >10,0 > 3,0 |
| Efectos misceláneos (7): - Nitrógeno (N-NO ₃) - Bicarbonato (HCO ₃) | mg/l meq/l | 5,0 1,5 | 5,0 1,5 | 30,0 8,5 | >30,0 > 8,5 |
| pH | Rango normal | 6,5 –8,4 | | | |

*Es un grado de limitación, que indica el rango de factibilidad para el uso del agua en riego.

- (1) Afecta a la disponibilidad de agua para los cultivos.
- (2) Conductividad eléctrica del agua: regadío (1 milimhos/cm = 1000 micromhos/cm).
- (3) Sólidos disueltos totales.
- (4) Afecta a la tasa de infiltración del agua en el suelo.
- (5) Afecta a la sensibilidad de los cultivos.
- (6) RAS, relación de absorción de sodio ajustada.
- (7) Afecta a los cultivos susceptibles.

4.1.5 Criterios de calidad para aguas de uso pecuario

Se entiende como aguas para uso pecuario a aquellas empleadas para el abrevadero de animales, así como otras actividades conexas y complementarias que establezcan los organismos competentes.

Las aguas destinadas a uso pecuario deberán cumplir con los siguientes criterios de calidad (ver tabla 8):

.8.1.1.1.1.36.4 TABLA 8. CRITERIOS DE CALIDAD PARA AGUAS DE USO PECUARIO

| Parámetros | Expresado como | Unidad | Valor máximo permisible |
|----------------------------|---|---------------|--------------------------------|
| Aluminio | Al | mg/l | 5,0 |
| Arsénico (total) | As | mg/l | 0,2 |
| Bario | Ba | mg/l | 1,0 |
| Boro (total) | B | mg/l | 5,0 |
| Cadmio | Cd | mg/l | 0,05 |
| Carbamatos (totales) | Concentración de carbamatos totales | mg/l | 0,1 |
| Cianuro (total) | CN ⁻ | mg/l | 0,2 |
| Cinc | Zn | mg/l | 25,0 |
| Cobre | Cu | mg/l | 0,5 |
| Cromo hexavalente | Cr ⁺⁶ | mg/l | 1,0 |
| Hierro | Fe | mg/l | 1,0 |
| Litio | Li | mg/l | 5,0 |
| Materia flotante | .8.1.1.1.1.37 VISIBL E | | .8.1.1.1.1.38 AUSE NCIA |
| Manganeso | Mn | mg/l | 0,5 |
| Molibdeno | Mo | mg/l | 0,005 |
| Mercurio (total) | Hg | mg/l | 0,01 |
| Nitratos + nitritos | N | mg/l | 10,0 |
| Nitritos | N-nitrito | mg/l | 1,0 |
| Níquel | Ni | mg/l | 0,5 |
| Oxígeno disuelto | O.D. | mg/l | 3,0 |
| Organofosforados (totales) | Concentración de organofosforados totales | mg/l | 0,1 |
| Organoclorados (totales) | Concentración de organoclorados totales. | mg/l | 0,2 |
| Potencial de hidrógeno | pH | | 6-9 |
| Plata | Ag | mg/l | 0,05 |

| Parámetros | Expresado como | Unidad | Valor máximo permisible |
|---|---------------------|--------|--------------------------------|
| Plomo | Pb | mg/l | 0,05 |
| Selenio | Se | mg/l | 0,01 |
| Sólidos disueltos totales | | mg/l | 3 000 |
| Transparencia de las aguas medidas con el disco secchi. | | | mínimo 2,0 m |
| Vanadio | V | mg/l | 10,0 |
| Coliformes fecales | nmp por cada 100 ml | | Menor a 1 000 |
| Coliformes totales | nmp por cada 100 ml | | Promedio mensual menor a 5 000 |

4.1.6 Criterios de calidad para aguas con fines recreativos

Se entiende por uso del agua para fines recreativos, la utilización en la que existe:

- Contacto primario, como en la natación y el buceo, incluidos los baños medicinales y
- Contacto secundario como en los deportes náuticos y pesca.

Los criterios de calidad para aguas destinadas a fines recreativos mediante contacto primario se presentan a continuación (ver tabla 9):

.8.1.1.1.38.1 TABLA 9. CRITERIOS DE CALIDAD PARA AGUAS DESTINADAS PARA FINES RECREATIVOS

| Parámetros | Expresado como | Unidad | Límite máximo permisible |
|----------------------|----------------------|--------|--|
| Coliformes fecales | nmp por cada 100 ml | | 200 |
| Coliformes totales | nmp por cada 100 ml | | 1 000 |
| Compuestos fenólicos | Expresado como fenol | mg/l | 0,002 |
| Oxígeno disuelto | O.D. | mg/l | No menor al 80% de Concentración de saturación y no menor a 6 mg/l |
| Materia flotante | VISIBLE | | AUSENCIA |

| Parámetros | Expresado como | Unidad | Límite máximo permisible |
|---|---|--------|---|
| Potencial de hidrógeno Metales y otras sustancias tóxicas | pH | mg/l | 6,5 – 8,5 CERO |
| Organofosforados y carbamatos (totales) | Concentración de organofosfora dos y carbamatos totales. | mg/l | 0,1 (para cada compuesto detectado) |
| Organoclorados (totales) | Concentración de organoclorado s totales. | mg/l | 0,2 (para cada compuesto detectado) |
| Residuos de petróleo | VISIBLES | | AUSENCIA |
| Tensoactivos | Sustancias activas al azul de metileno. | mg/l | 0,5 |
| Grasas y aceites | Sustancias solubles en hexano | mg/l | .8.1.1.1.38.2 ,3 |
| Transparencia de las aguas medidas con el disco secchi | | | Mínimo 2,0 m. |
| Relación hidrógeno, fósforo orgánico | | | 15:1 |

Los criterios de calidad para aguas destinadas a fines recreativos mediante contacto secundario se presentan en la tabla 10.

.8.1.1.1.39 TABLA 10. CRITERIOS DE CALIDAD DE AGUAS PARA FINES RECREATIVOS MEDIANTE CONTACTO SECUNDARIO

| .8.1.1.1.40 PARÁMETROS | Expresado como | .8.1.1.1.1 | Valor máximo permisible |
|------------------------|----------------|------------|-------------------------|
| | | | |

* Sustancias Tóxicas, aquellas establecidas en el Listado de Desechos Peligrosos y Normas Técnicas aprobadas por la Autoridad Competente en el Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación para Desechos Peligrosos.

| | | | |
|---|---|------|--|
| Coliformes totales | nmp/100 ml | | 4 000 |
| Coliformes fecales | nmp/100 ml | | 1 000 |
| Compuestos fenólicos | Expresado como fenol | mg/l | 0,002 |
| Oxígeno disuelto | O.D. | mg/l | No menor al 80% de Concentración de saturación |
| Potencial de hidrógeno | pH | | 6,5 – 8,5 |
| Metales y otras sustancias tóxicas | | mg/l | CERO |
| Organofosforados y carbamatos (totales) | Concentración de organofosforados y carbamatos totales. | mg/l | 0,1 |
| Organoclorados (totales) | Concentración de organoclorados totales. | mg/l | 0,2 |
| Residuos de petróleo | | | .8.1.1.1.1.41 AUSENCIA |
| Tensoactivos | Sustancias activas al azul de metileno. | mg/l | 0,5 |
| Grasas y aceites | Sustancias solubles en hexano | mg/l | .8.1.1.1.1.42 0,3 |
| Sólidos flotantes | .8.1.1.1.1.43 v ISI BL E | | .8.1.1.1.1.44 AUSENCIA |
| Relación hidrógeno, fósforo orgánico | | | 15:1 |

4.1.7 Criterios de calidad para aguas de uso estético

El uso estético del agua se refiere al mejoramiento y creación de la belleza escénica.

* Sustancias Tóxicas, aquellas establecidas en el Listado de Desechos Peligrosos y Normas Técnicas aprobadas por la Autoridad Competente en el Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación por Desechos Peligrosos.

Las aguas que sean usadas para uso estético, tendrán que cumplir con los siguientes criterios de calidad:

- a) Ausencia de material flotante y de espumas provenientes de la actividad humana.
- b) Ausencia de grasas y aceites que formen película visible.
- c) Ausencia de sustancias productoras de color, olor, sabor, y turbiedad no mayor a 20 UTN.
- d) El oxígeno disuelto será no menor al 60% del oxígeno de saturación y no menor a 6 mg/l.

4.1.8 Criterios de calidad de las aguas para transporte

Se entiende el uso del agua para transporte, su empleo para la navegación de cualquier tipo de embarcación o para la movilización de materiales inocuos por contacto directo.

El único parámetro a regular será el Oxígeno disuelto, que deberá ser mayor a 3 mg/l.

4.1.9 Criterios de calidad para aguas de uso industrial

Se entiende por uso industrial del agua su empleo en actividades como:

- a) Procesos industriales y/o manufactureros de transformación o explotación, así como aquellos conexos o complementarios;
- b) Generación de energía y
- c) Minería.

Para el uso industrial, se deberán observar los diferentes requisitos de calidad correspondientes a los respectivos procesos, aplicando el criterio de tecnología limpia que permitirá la reducción o eliminación de los residuos (que pueden ser sólidos, líquidos o gaseosos).

Criterios generales para la descarga de efluentes

Normas generales para descarga de efluentes, tanto al sistema de alcantarillado, como a los cuerpos de agua

El regulado deberá mantener un registro de los efluentes generados, indicando el caudal del efluente, frecuencia de descarga, tratamiento aplicado a los efluentes, análisis de laboratorio y la disposición de los mismos, identificando el cuerpo receptor. Es mandatorio que el caudal reportado de los efluentes generados sea respaldado con datos de producción.

En las tablas # 11, 12 y 13 de la presente norma, se establecen los parámetros de descarga hacia el sistema de alcantarillado y cuerpos de agua (dulce y marina), los valores de los límites máximos permisibles, corresponden a promedios diarios. La Entidad Ambiental de Control deberá

establecer la normativa complementaria en la cual se establezca: La frecuencia de monitoreo, el tipo de muestra (simple o compuesta), el número de muestras a tomar y la interpretación estadística de los resultados que permitan determinar si el regulado cumple o no con los límites permisibles fijados en la presente normativa para descargas a sistemas de alcantarillado y cuerpos de agua.

4.2.1.3 Se prohíbe la utilización de cualquier tipo de agua, con el propósito de diluir los efluentes líquidos no tratados.

4.2.1.4 Las municipalidades de acuerdo a sus estándares de Calidad Ambiental deberán definir independientemente sus normas, mediante ordenanzas, considerando los criterios de calidad establecidos para el uso o los usos asignados a las aguas. En sujeción a lo establecido en el Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación.

4.2.1.5 Se prohíbe toda descarga de residuos líquidos a las vías públicas, canales de riego y drenaje o sistemas de recolección de aguas lluvias y aguas subterráneas. La Entidad Ambiental de Control, de manera provisional mientras no exista sistema de alcantarillado certificado por el proveedor del servicio de alcantarillado sanitario y tratamiento e informe favorable de ésta entidad para esa descarga, podrá permitir la descarga de aguas residuales a sistemas de recolección de aguas lluvias, por excepción, siempre que estas cumplan con las normas de descarga a cuerpos de agua.

4.2.1.6 Las aguas residuales que no cumplan previamente a su descarga, con los parámetros establecidos de descarga en esta Norma, deberán ser tratadas mediante tratamiento convencional, sea cual fuere su origen: público o privado. Por lo tanto, los sistemas de tratamiento deben ser modulares para evitar la falta absoluta de tratamiento de las aguas residuales en caso de paralización de una de las unidades, por falla o mantenimiento.

4.2.1.7 **Para el caso de los pesticidas, si el efluente después del tratamiento convencional y previa descarga a un cuerpo receptor o al sistema de alcantarillado, no cumple con los parámetros de descarga establecidos en la presente normativa (Tablas 11, 12 y 13), deberá aplicarse un tratamiento avanzado.**

4.2.1.8 Los laboratorios que realicen los análisis de determinación del grado de contaminación de los efluentes o cuerpos receptores deberán haber implantado buenas prácticas de laboratorio, seguir métodos normalizados de análisis y estar certificados por alguna norma internacional de laboratorios, hasta tanto el

organismo de acreditación ecuatoriano establezca el sistema de acreditación nacional que los laboratorios deberán cumplir. .

4.2.1.9 Los sistemas de drenaje para las aguas domésticas, industriales y pluviales que se generen en una industria, deberán encontrarse separadas en sus respectivos sistemas o colectores.

4.2.1.10 Se prohíbe descargar sustancias o desechos peligrosos (líquidos-sólidos-semisólidos) fuera de los estándares permitidos, hacia el cuerpo receptor, sistema de alcantarillado y sistema de aguas lluvias.

4.2.1.11 Se prohíbe la descarga de residuos líquidos sin tratar hacia el sistema de alcantarillado, o hacia un cuerpo de agua, provenientes del lavado y/o mantenimiento de vehículos aéreos y terrestres, así como el de aplicadores manuales y aéreos, recipientes, empaques y envases que contengan o hayan contenido agroquímicos u otras sustancias tóxicas.

4.2.1.12 Se prohíbe la infiltración al suelo, de efluentes industriales tratados y no tratados, sin permiso de la Entidad Ambiental de Control.

4.2.1.13 Las aguas provenientes de la explotación petrolífera y de gas natural, podrán ser reinyectadas de acuerdo a lo establecido en las leyes, reglamentos y normas específicas, que se encuentren en vigencia, para el sector hidrocarburífero.

4.2.1.14 El regulado deberá disponer de sitios adecuados para caracterización y aforo de sus efluentes y proporcionarán todas las facilidades para que el personal técnico encargado del control pueda efectuar su trabajo de la mejor manera posible.

A la salida de las descargas de los efluentes no tratados y de los tratados, deberán existir sistemas apropiados, ubicados para medición de caudales. Para la medición del caudal en canales o tuberías se usarán vertederos rectangulares o triangulares, medidor Parshall u otros aprobados por la Entidad Ambiental de Control. La tubería o canal de conducción y descarga de los efluentes, deberá ser conectada con un tanque de disipación de energía y acumulación de líquido, el cual se ubicará en un lugar nivelado y libre de perturbaciones, antes de llegar al vertedero. El vertedero deberá estar nivelado en sentido perpendicular al

fondo del canal y sus características dependerán del tipo de vertedero y del ancho del canal o tanque de aproximación.

4.2.1.15 Los lixiviados generados en los rellenos sanitarios cumplirán con los rangos y límites establecidos en las normas de descargas a un cuerpo de agua.

4.2.1.16 De acuerdo con su caracterización toda descarga puntual al sistema de alcantarillado y toda descarga puntual o no puntual a un cuerpo receptor, deberá cumplir con las disposiciones de esta Norma. La Entidad Ambiental de Control dictará la guía técnica de los parámetros mínimos de descarga a analizarse o monitorearse, que deberá cumplir todo regulado. La expedición de la guía técnica deberá darse en un plazo máximo de un mes después de la publicación de la presente norma. Hasta la expedición de la guía técnica es responsabilidad de la Entidad Ambiental de Control determinar los parámetros de las descargas que debe monitorear el regulado.

4.2.1.17 Se prohíbe la descarga de residuos líquidos no tratados, provenientes de embarcaciones, buques, naves u otros medios de transporte marítimo, fluvial o lacustre, hacia los sistemas de alcantarillado, o cuerpos receptores. Se observarán las disposiciones vigentes en el Código de Policía Marítima y los convenios internacionales establecidos, sin embargo, una vez que los residuos sean evacuados a tierra, la Entidad Ambiental de Control podrá ser el Municipio o Consejo Provincial, si tiene transferida competencias ambientales que incluyan la prevención y control de la contaminación, caso contrario seguirá siendo la Dirección General de la Marina Mercante.

La Dirección General de la Marina Mercante (DIGMER) fijará las normas de descarga para el caso contemplado en este artículo, guardando siempre concordancia con la norma técnica nacional vigente, pudiendo ser únicamente igual o más restrictiva con respecto a la presente Norma. DIGMER será la Entidad Ambiental de Control para embarcaciones, buques, naves u otros medios de transporte marítimo, fluvial o lacustre.

4.2.1.18 Los regulados que amplíen o modifiquen su producción, actualizarán la información entregada a la Entidad de Control de manera inmediata, y serán considerados como regulados nuevos con respecto al control de las descargas que correspondan al grado de ampliación y deberán obtener las autorizaciones administrativas correspondientes.

4.2.1.19 La Entidad Ambiental de Control establecerá los parámetros a ser regulados para cada tipo de actividad económica, especificando La frecuencia de monitoreo, el tipo de muestra (simple o compuesta), el número de muestras a tomar y la interpretación estadística de los resultados que permitan determinar si el regulado cumple o no con los límites permisibles fijados en la presente normativa para descargas a sistemas de alcantarillado y cuerpos de agua.

4.2.1.20 Cuando los regulados, aún cumpliendo con las normas de descarga, produzcan concentraciones en el cuerpo receptor o al sistema de alcantarillado, que excedan los criterios de calidad para el uso o los usos asignados al agua, la Entidad Ambiental de Control podrá exigirles valores más restrictivos en la descarga, previo a los estudios técnicos realizados por la Entidad Ambiental de Control, justificando esta decisión.

4.2.1.21 Los sedimentos, lodos y sustancias sólidas provenientes de sistemas de potabilización de agua y de tratamiento de desechos y otras tales como residuos del área de la construcción, cenizas, cachaza, bagazo, o cualquier tipo de desecho doméstico o industrial, no deberán disponerse en aguas superficiales, subterráneas, marinas, de estuario, sistemas de alcantarillado y cauces de agua estacionales secos o no, y para su disposición deberá cumplirse con las normas legales referentes a los desechos sólidos no peligrosos.

Normas de descarga de efluentes al sistema de alcantarillado público

4.2.2.1 Se prohíbe descargar en un sistema público de alcantarillado, cualquier sustancia que pudiera bloquear los colectores o sus accesorios, formar vapores o gases tóxicos, explosivos o de mal olor, o que pudiera deteriorar los materiales de construcción en forma significativa. Esto incluye las siguientes sustancias y materiales, entre otros:

- a) Fragmentos de piedra, cenizas, vidrios, arenas, basuras, fibras, fragmentos de cuero, textiles, etc. (los sólidos no deben ser descargados ni aún después de haber sido triturados).
- b) Resinas sintéticas, plásticos, cemento, hidróxido de calcio.
- c) Residuos de malta, levadura, látex, bitumen, alquitrán y sus emulsiones de aceite, residuos líquidos que tienden a endurecerse.
- d) Gasolina, petróleo, aceites vegetales y animales, hidrocarburos clorados, ácidos, y álcalis.
- e) Fosgeno, cianuro, ácido hidrazoico y sus sales, carburos que forman acetileno, sustancias comprobadamente tóxicas.

4.2.2.2 El proveedor del servicio de tratamiento de la ciudad podrá

solicitar a la Entidad Ambiental de Control, la autorización necesaria para

que los regulados, de manera parcial o total descarguen al sistema de

alcantarillado efluentes, cuya calidad se encuentre por encima de los

estándares para descarga a un sistema de alcantarillado, establecidos en la presente norma.

El proveedor del servicio de tratamiento de la ciudad deberá cumplir con los parámetros de descarga hacia un cuerpo de agua, establecidos en esta Norma.

4.2.2.3 Toda descarga al sistema de alcantarillado deberá cumplir, al menos, con los valores establecidos a continuación (ver tabla 11):

.8.1.1.1.1.44.1 TABLA 11. LÍMITES DE DESCARGA AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PÚBLICO

| Parámetros | Expresado como | Unidad | Límite máximo permisible |
|--|-------------------------------|--------|--------------------------|
| Aceites y grasas | Sustancias solubles en hexano | mg/l | 100 |
| Alkil mercurio | | mg/l | .8.1.1.1.1.44.2 |
| Acidos o bases que puedan causar contaminación, sustancias explosivas o inflamables. | | mg/l | Cero |
| Aluminio | Al | mg/l | 5,0 |
| Arsénico total | As | mg/l | 0,1 |
| Bario | Ba | mg/l | 5,0 |
| Cadmio | Cd | mg/l | 0,02 |

| Parámetros | Expresado como | Unidad | Límite máximo permisible |
|------------|-----------------|--------|--------------------------|
| Carbonatos | CO ₃ | mg/l | 0,1 |

Continua...

.8.1.1.1.1.45

.8.1.1.1.1.46

.8.1.1.1.1.47

.8.1.1.1.1.48 CONTINUACIÓN...

.8.1.1.1.1.48.1

TABLA 11. LÍMITES DE DESCARGA AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PÚBLICO

| Parámetros | Expresado como | Unidad | Límite máximo permisible |
|--|----------------------------------|--------|---|
| Caudal máximo | | l/s | 1.5 veces el caudal promedio horario del sistema de alcantarillado. |
| Cianuro total | CN ⁻ | mg/l | 1,0 |
| Cobalto total | Co | mg/l | 0,5 |
| Cobre | Cu | mg/l | 1,0 |
| Cloroformo | Extracto carbón cloroformo (ECC) | mg/l | 0,1 |
| Cloro Activo | Cl | mg/l | 0,5 |
| Cromo Hexavalente | Cr ⁺⁶ | mg/l | 0,5 |
| Compuestos fenólicos | Expresado como fenol | mg/l | 0,2 |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días) | D.B.O ₅ . | mg/l | 250 |
| Demanda Química de Oxígeno | D.Q.O. | mg/l | 500 |
| Dicloroetileno | Dicloroetileno | mg/l | 1,0 |
| Fósforo Total | P | mg/l | 15 |
| Hierro total | Fe | mg/l | 25,0 |

| Parámetros | Expresado como | Unidad | Límite máximo permisible |
|-----------------------------------|------------------------------|--------|--------------------------|
| Hidrocarburos Totales de Petróleo | TPH | mg/l | 20 |
| Manganeso total | Mn | mg/l | 10,0 |
| Materia flotante | .8.1.1.1.1.49 VISIBLE | | .8.1.1.1.1.49.1 |
| Mercurio (total) | Hg | mg/l | 0,01 |
| Níquel | Ni | mg/l | 2,0 |
| Nitrógeno Total Kjedahl | N | mg/l | 40 |
| Plata | Ag | mg/l | 0,5 |
| Plomo | Pb | mg/l | 0,5 |
| Potencial de hidrógeno | pH | | 5-9 |
| Sólidos Sedimentables | | ml/l | 20 |
| Sólidos Suspendidos Totales | | mg/l | 220 |
| Sólidos totales | | mg/l | 1 600 |
| Selenio | Se | mg/l | 0,5 |
| Sulfatos | SO ₄ ⁼ | mg/l | 400 |
| Sulfuros | S | mg/l | 1,0 |

Continua...

.8.1.1.1.1.50 CONTINUACIÓN...

.8.1.1.1.1.50.1 TABLA 11. LÍMITES DE DESCARGA AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PÚBLICO

| Parámetros | Expresado como | Unidad | Límite máximo permisible |
|-----------------|--|--------|--------------------------|
| Temperatura | °C | | < 40 |
| Tensoactivos | Sustancias activas al azul de metileno | mg/l | 2,0 |
| Tricloroetileno | Tricloroetileno | mg/l | 1,0 |

| Parámetros | Expresado como | Unidad | Límite máximo permisible |
|---|---|---------------|---------------------------------|
| Tetracloruro de carbono | Tetracloruro de carbono | mg/l | 1,0 |
| Sulfuro de carbono | Sulfuro de carbono | mg/l | 1,0 |
| Compuestos organoclorados (totales) | Concentración de organoclorados totales. | mg/l | 0,05 |
| Organofosforados y carbamatos (totales) | Concentración de organofosforados y carbamatos totales. | mg/l | 0,1 |
| Vanadio | V | mg/l | 5,0 |
| Zinc | Zn | mg/l | 10 |

4.2.2.4 Toda área de desarrollo urbanístico, turístico o industrial que no contribuya al sistema de alcantarillado público, deberá contar con instalaciones de recolección y tratamiento convencional de residuos líquidos. El efluente tratado descargará a un cuerpo receptor o cuerpo de agua, debiendo cumplir con los límites de descarga a un cuerpo de agua dulce, marina y de estuarios.

4.2.2.5 Se prohíbe la descarga de residuos líquidos sin tratar hacia el sistema de alcantarillado, provenientes del lavado y/o mantenimiento de vehículos aéreos y terrestres, así como el de aplicadores manuales y aéreos, recipientes, empaques y envases que contengan o hayan contenido agroquímicos u otras sustancias tóxicas.

4.2.2.6 Se prohíbe la descarga hacia el sistema de alcantarillado de residuos líquidos no tratados, que contengan restos de aceite lubricante, grasas, etc, provenientes de los talleres mecánicos, vulcanizadoras, restaurantes y hoteles.

4.2.2.7 Los responsables (propietario y operador) de todo sistema de alcantarillado deberán dar cumplimiento a las normas de descarga contenidas en esta Norma. Si el propietario (parcial o total) o el operador del sistema de alcantarillado es un municipio, éste no podrá ser sin excepción, la Entidad Ambiental de Control para sus instalaciones. Se evitará el conflicto de interés.

Normas de descarga de efluentes a un cuerpo de agua o receptor: Agua dulce y agua marina

4.2.3.1 Los puertos deberán contar con un sistema de recolección y manejo para los residuos sólidos y líquidos provenientes de embarcaciones, buques, naves y otros medios de transporte, aprobados por la Dirección General de la Marina Mercante y la Entidad Ambiental de Control. Dichos sistemas deberán ajustarse a lo establecido en la presente Norma, sin embargo los municipios podrán establecer regulaciones más restrictivas de existir las justificaciones técnicas.

4.2.3.2 Se prohíbe todo tipo de descarga en:

- a) Las cabeceras de las fuentes de agua.
- b) Aguas arriba de la captación para agua potable de empresas o juntas administradoras, en la extensión que determinará el CNRH, Consejo Provincial o Municipio Local y,
- c) Todos aquellos cuerpos de agua que el Municipio Local, Ministerio del Ambiente, CNRH o Consejo Provincial declaren total o parcialmente protegidos.

4.2.3.3 Los regulados que exploren, exploten, refinen, transformen, procesen, transporten o almacenen hidrocarburos o sustancias peligrosas susceptibles de contaminar cuerpos de agua deberán contar y aplicar un plan de contingencia para la prevención y control de derrames, el cual deberá ser aprobado y verificado por la Entidad Ambiental de Control.

4.2.3.4 Las normas locales para descargas serán fijadas considerando los criterios de calidad establecidos para el uso o los usos asignados a las aguas. Las normas guardarán siempre concordancia con la norma técnica nacional vigente, pudiendo ser únicamente igual o más restrictiva y deberán contar con los estudios técnicos y económicos que lo justifiquen.

En los tramos del cuerpo de agua en donde se asignen usos múltiples, las normas para descargas se establecerán considerando los valores más restrictivos de cada uno de los parámetros fijados para cada uno.

4.2.3.5 Para el caso de industrias que capten y descarguen en el mismo cuerpo receptor, la descarga se hará aguas arriba de la captación.

4.2.3.6 Para efectos del control de la contaminación del agua por la aplicación de agroquímicos, se establece lo siguiente:

- a) Se prohíbe la aplicación manual de agroquímicos dentro de una franja de cincuenta (50) metros, y la aplicación aérea de los mismos, dentro de una franja de cien (100) metros, medidas en ambos casos desde las orillas de todo cuerpo de agua,
- b) La aplicación de agroquímicos en cultivos que requieran áreas anegadas artificialmente, requerirá el informe y autorización previa del Ministerio de Agricultura y Ganadería.
- c) Además de las disposiciones contenidas en la presente Norma, se deberá cumplir las demás de carácter legal y reglamentario sobre el tema, así como los listados referenciales de la Organización para la Agricultura y Alimentos de Naciones Unidas (FAO).

4.2.3.7 Toda descarga a un cuerpo de **agua dulce**, deberá cumplir con los valores establecidos a continuación (ver tabla 12).

.8.1.1.1.50.2 TABLA 12. LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE

| Parámetros | Expresado como | Unidad | Límite máximo permisible |
|-------------------|-------------------------------|---------------|--|
| Aceites y Grasas. | Sustancias solubles en hexano | mg/l | .8.1.1.1.50.3 , 3 |
| Alkil mercurio | | mg/l | .8.1.1.1.50.4 O D E T E C T A B |

| Parámetros | Expresado como | Unidad | Límite máximo permisible |
|--|--------------------------------|-------------------|-----------------------------------|
| | | | L E |
| Aldehídos | | mg/l | 2,0 |
| Aluminio | Al | mg/l | 5,0 |
| Arsénico total | As | mg/l | 0,1 |
| Bario | Ba | mg/l | 2,0 |
| Boro total | B | mg/l | 2,0 |
| Cadmio | Cd | mg/l | 0,02 |
| Cianuro total | CN ⁻ | mg/l | 0,1 |
| Cloro Activo | Cl | mg/l | 0,5 |
| Cloroformo | Extracto carbón cloroformo ECC | mg/l | 0,1 |
| Cloruros | Cl ⁻ | mg/l | 1 000 |
| Cobre | Cu | mg/l | 1,0 |
| Cobalto | Co | mg/l | 0,5 |
| Coliformes Fecales | Nmp/100 ml | | ⁸ Remoción > al 99,9 % |
| Color real | Color real | unidades de color | * Inapreciable en dilución: 1/20 |
| Compuestos fenólicos | Fenol | mg/l | 0,2 |
| Cromo hexavalente | Cr ⁺⁶ | mg/l | 0,5 |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días) | D.B.O ₅ . | mg/l | 100 |
| Demanda Química de Oxígeno | D.Q.O. | mg/l | 250 |
| Dicloroetileno | Dicloroetileno | mg/l | 1,0 |
| Estaño | Sn | mg/l | 5,0 |
| Fluoruros | F | mg/l | 5,0 |
| Fósforo Total | P | mg/l | 10 |
| Hierro total | Fe | mg/l | 10,0 |
| Hidrocarburos Totales de Petróleo | TPH | mg/l | 20,0 |
| Manganeso total | Mn | mg/l | 2,0 |
| Materia flotante | Visibles | | Ausencia |
| Mercurio total | Hg | mg/l | 0,005 |

⁸ Aquellos regulados con descargas de coliformes fecales menores o iguales a 3 000, quedan exentos de tratamiento.

| Parámetros | Expresado como | Unidad | Límite máximo permisible |
|---------------------|------------------------------|--------|--------------------------|
| Níquel | Ni | mg/l | 2,0 |
| Nitratos + Nitritos | Expresado como Nitrógeno (N) | mg/l | 10,0 |

Continua...

.8.1.1.1.1.51 CONTINUACIÓN...

.8.1.1.1.1.51.1 TABLA 12. LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE

| Parámetros | Expresado como | Unidad | Límite máximo permisible |
|-----------------------------|--|--------|--------------------------|
| Nitrógeno Total Kjeldahl | N | mg/l | 15 |
| Organoclorados totales | Concentración de organoclorados totales | mg/l | 0,05 |
| Organofosforados totales | Concentración de organofosforados totales. | mg/l | 0,1 |
| Plata | Ag | mg/l | 0,1 |
| Plomo | Pb | mg/l | 0,2 |
| Potencial de hidrógeno | pH | | 5-9 |
| Selenio | Se | mg/l | 0,1 |
| Sólidos Sedimentables | | ml/l | 1,0 |
| Sólidos Suspendidos Totales | | mg/l | 100 |
| Sólidos totales | | mg/l | 1 600 |
| Sulfatos | SO ₄ ⁼ | mg/l | 1000 |
| Sulfitos | SO ₃ | mg/l | 2,0 |
| Sulfuros | S | mg/l | 0,5 |
| Temperatura | °C | | < 35 |
| Tensoactivos | Sustancias activas al azul de metileno | mg/l | 0,5 |
| Tetracloruro de carbono | Tetracloruro de carbono | mg/l | 1,0 |

| Parámetros | Expresado como | Unidad | Límite máximo permisible |
|-----------------|-----------------|--------|--------------------------|
| Tricloroetileno | Tricloroetileno | mg/l | 1,0 |
| Vanadio | | mg/l | 5,0 |
| Zinc | Zn | mg/l | 5,0 |

* La apreciación del color se estima sobre 10 cm de muestra diluida.

4.2.3.8 Toda descarga a un cuerpo de agua marina, deberá cumplir, por lo menos con los siguientes parámetros (ver tabla 13).

.8.1.1.1.51.2 TABLA 13. LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA MARINA

| Parámetros | Expresado como | Unidad | Limite máximo permisible |
|----------------------|----------------------|-------------------|-----------------------------------|
| Aceites y Grasas | | mg/l | 0,3 |
| Arsénico total | As | mg/l | 0,5 |
| Alkil mercurio | | mg/l | No detectable |
| Aluminio | Al | mg/l | 5,0 |
| Bario | Ba | mg/l | 5,0 |
| Cadmio | Cd | mg/l | 0,2 |
| Cianuro total | CN ⁻ | mg/l | 0,2 |
| Cobre | Cu | mg/l | 1,0 |
| Cobalto | Co | mg/l | 0,5 |
| Coliformes Fecales | nmp/100 ml | | ⁹ Remoción > al 99,9 % |
| Color real | Color real | unidades de color | * Inapreciable en dilución: 1/20 |
| Cromo hexavalente | Cr ⁺⁶ | mg/l | 0,5 |
| Compuestos fenólicos | Expresado como fenol | mg/l | 0,2 |

⁹ Aquellos regulados con descargas de coliformes fecales menores o iguales a 3 000 quedan exentos de tratamiento

| Parámetros | Expresado como | Unidad | Limite máximo permisible |
|--|---|--------|--------------------------|
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días) | D.B.O ₅ . | mg/l | 100 |
| Demanda Química de Oxígeno | D.Q.O. | mg/l | 250 |
| Fósforo Total | P | mg/l | 10 |
| Fluoruros | F | mg/l | 5,0 |
| Hidrocarburos Totales de Petróleo. | TPH | mg/l | 20,0 |
| Materia flotante | Visibles | | Ausencia |
| Mercurio total | Hg | mg/l | 0,01 |
| Níquel | Ni | mg/l | 2,0 |
| Nitrógeno Total kjedahl | N | mg/l | 40 |
| Plata | Ag | mg/l | 0,1 |
| Plomo | Pb | mg/l | 0,5 |
| Potencial de hidrógeno | pH | | 6-9 |
| Selenio | Se | mg/l | 0,2 |
| Sólidos Suspendidos Totales | | mg/l | 100 |
| Sulfuros | S | mg/l | 0,5 |
| Organoclorados totales | Concentración de organoclorados totales | mg/l | 0,05 |

Continua...

.8.1.1.1.1.52 CONTINUACIÓN...

.8.1.1.1.1.52.1 *TABLA 13. LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA MARINA*

| Parámetros | Expresado como | Unidad | Limite máximo permisible |
|--------------------------|-----------------------------------|--------|--------------------------|
| Organofosforados totales | Concentración de organofosforados | mg/l | 0,1 |

| Parámetros | Expresado como | Unidad | Limite máximo permisible |
|--------------------|--|--------|--------------------------|
| Carbamatos totales | dos totales Concentración de carbamatos totales | mg/l | 0,25 |
| Temperatura | °C | | < 35 |
| Tensoactivos | Sustancias activas al azul de metileno | mg/l | 0,5 |
| Zinc | Zn | mg/l | 10 |

* La apreciación del color se estima sobre 10 cm de muestra diluida.

4.2.3.9 Se prohíbe la descarga de efluentes hacia cuerpos de agua severamente contaminados, es decir aquellos cuerpos de agua que presentan una capacidad de dilución o capacidad de carga nula o cercana a cero. La Entidad Ambiental de Control decidirá la aplicación de uno de los siguientes criterios:

- a) Se descarga en otro cuerpo de agua
- b) Se exigirá tratamiento hasta que la carga contaminante sea menor o igual a 1,5 del factor de contaminación de la tabla 14 (Factores Indicativos de Contaminación)

4.2.3.10 Ante la inaplicabilidad para un caso específico de algún parámetro establecido en la presente norma o ante la ausencia de un parámetro relevante para la descarga bajo estudio, la Entidad Ambiental de Control tomará el siguiente criterio de evaluación. El regulado deberá establecer la línea de fondo o de referencia del parámetro de interés en el cuerpo receptor. El regulado determinará la concentración presente o actual del parámetro bajo estudio en el área afectada por sus descargas. Así, se procede a comparar los resultados obtenidos para la concentración presente contra los valores de fondo o de referencia. Se considera en general que una concentración presente mayor tres veces que el valor de fondo para el agua es una contaminación que requiere atención inmediata por parte de la Entidad Ambiental de Control. (ver tabla 14).

Si la concentración presente es menor a tres veces que el valor de fondo, la Entidad Ambiental de Control dará atención mediata a esta situación y

deberá obligar al regulado a que la concentración presente sea menor o igual a 1,5 que el valor de fondo.

.8.1.1.1.52.2

TABLA 14. FACTORES INDICATIVOS DE CONTAMINACIÓN

| .8.1.1.1.53 FACTOR DE CONTAMINACIÓN (CONCENTRACIÓN PRESENTE/ VALOR DE FONDO) | .8.1.1.1.54 GRADO DE PERTURBACIÓN. | .8.1.1.1.55 DENOMINACIÓN |
|--|------------------------------------|------------------------------------|
| < 1,5 | 0 | Cero o perturbación insignificante |
| 1,5 – 3,0 | 1 | Perturbación evidente. |
| 3,0 – 10,0 | 2 | Perturbación severa. |
| > 10,0 | 3 | Perturbación muy severa. |

Los valores de fondo de mayor confiabilidad serán aquellos derivados de muestras a tomarse en aquellas partes inmediatas fuera del área bajo estudio, que se considere como no afectada por contaminación local. En el caso de ausencia total de valores de fondo de las áreas inmediatas fuera del área bajo estudio, se podrá obtener estos valores de estudios de áreas regionales o nacionales aplicables.

Para determinar el valor de fondo o de referencia, al menos 5 muestras deben ser tomadas, si se toman entre 5 a 20 muestras, el valor más alto o el segundo más alto deben ser seleccionados como valor de fondo. Si se toman más de 20 muestras, se podrán utilizar los valores medidos que correspondan con el 90vo. o 95vo. Percentil. Los valores de fondo empleados no podrán ser menores a los presentados en esta Norma, de acuerdo a los parámetros de calidad y usos establecidos.

La Entidad Ambiental de Control determinará el método para el muestreo del cuerpo receptor en el área de afectación de la descarga, esto incluye el tiempo y el espacio para la realización de la toma de muestras.

4.2.3.11 Los municipios serán las autoridades encargadas de realizar los monitoreos a la calidad de los cuerpos de agua ubicados en su jurisdicción, llevando los registros correspondientes, que permitan establecer una línea base y de fondo que permita ajustar los límites establecidos en esta Norma en la medida requerida.

4.2.3.12 Se prohíbe verter desechos sólidos, tales como: basuras, animales muertos, mobiliario, entre otros, y líquidos contaminados hacia cualquier cuerpo de agua y cauce de aguas estacionales secas o no.

4.2.3.13 Se prohíbe el lavado de vehículos en los cuerpos de agua, así como dentro de una franja de treinta (30) metros medidos desde las orillas de todo cuerpo de agua, de vehículos de transporte terrestre y aeronaves de fumigación, así como el de aplicadores manuales y aéreos de agroquímicos y otras sustancias tóxicas y sus envases, recipientes o empaques.

Se prohíbe la descarga de los efluentes que se generen como resultado de los procesos indicados en este numeral, cuando no exista tratamiento convencional previo.

METODOS DE PRUEBA

Para determinar los valores y concentraciones de los parámetros determinados en esta Norma Oficial Ecuatoriana, se deberán aplicar los métodos establecidos en el manual "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater", en su más reciente edición. Además deberán considerarse las siguientes Normas del Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN):

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2169:98. Agua: Calidad del agua, muestreo, manejo y conservación de muestras.

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2176:98. Agua: Calidad del agua, muestreo, técnicas de muestreo.

BIBLIOGRAFÍA

ANÁLISIS DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN COLOMBIA – CEPIS. "Plan Regional de Inversiones en Ambiente y Salud, II parte, Capítulo X.

ANÁLISIS NORMATIVO Y CONSIDERACIONES PARA FORMULAR PROPUESTAS DE AMORNIZACIÓN en URUGUAY, BRASIL y ARGENTINA: Estándares de Calidad para toda Clase de Vertidos.

ANEXO II. DEL CONTRATO DE CONCESIÓN DE ECAPAG – INTERAGUA.

CANTER, 1998. “Manual de Evaluación del Impacto Ambiental”.

CORPORACIÓN FINANCIERA NACIONAL CFN. 1994 “Manual de Evaluación Ambiental para Proyectos de Inversión.”

DIRECTORIO DE LA EMPRESA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE MANTA E.A.P.A.M. “Reglamento para las Normas de Descargas Permisibles al Sistema de Aguas Residuales” expedido el 14 de Enero del 2002.

HERNÁNDEZ MUÑOZ A., Hernández Lehmann, y Galán Martínez Pedro, 1996. “Manual de Depuración Uralita.”

MANUAL DE EVALUACIÓN Y MANEJO DE SUSTANCIAS TÓXICAS EN AGUAS SUPERFICIALES- CEPIS. Enero del 2001.

METCALF & Eddy, 1995. Ingeniería de Aguas Residuales. Volumen II Tratamiento, vertido y reutilización. Tercera Edición (Primera en Español), McGraw Hill.

MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS DEL ECUADOR 1999. Monitoreo Ambiental de las áreas mineras en el Sur del Ecuador. I. Edición.

MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS DEL ECUADOR 2001. Reglamento Sustitutivo del Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador.

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS DE CHILE. Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Industriales Líquidos a Sistemas de Alcantarillado., 7 de mayo de 1998.

MINISTERIO DE SALUD DE COSTA RICA. REPAMAR. Boletines del Manejo Ambiental de Residuos, 2001.

NORMA OFICIAL MEXICANA- NOM-001-ECOL-1996. Límites Máximos Permisibles de Contaminantes en las Descargas de Aguas Residuales en Agua y en Bienes Nacionales, 6 enero de 1997.

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA: INEN 2 169: 98. Calidad del Agua. Muestreo. Manejo y conservación de muestras.

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA: INEN 2 176: 98. Calidad del Agua. Muestreo. Técnicas de muestreo.

PROYECTO PATRA DE ASISTENCIA TÉCNICA A LA GESTIÓN AMBIENTAL, 1999. "Definición de una política Ambiental para el Municipio de Guayaquil."

PROYECTO PATRA DE ASISTENCIA TÉCNICA A LA GESTIÓN AMBIENTAL, 2000. "Compilación de Normas Jurídicas relacionadas con la Prevención y Control de la Contaminación."

PROYECTO PUCE-UCO. PATRA (2000): "Reglamento de Calidad Ambiental en lo Relativo al Recurso Agua". Ministerio del Ambiente.

REPÚBLICA DE ARGENTINA. Decreto Nacional 674: Decreto. Reglamentación de la ley de obras sanitarias de la nación, Junio 6 de 1989.

REPÚBLICA DE ARGENTINA. DECRETO NACIONAL: 831. Reglamentación de Residuos Peligrosos, 1993.

REPÚBLICA DE VENEZUELA. "Decretos y Normas Técnicas publicadas en la Gaceta Oficial", Febrero 1 de 1999.

REPÚBLICA DEL ECUADOR. Registro Oficial No. 204, 5 de Junio de 1989. Reglamento de la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental en lo relativo al Recurso Agua.

REPÚBLICA DEL ECUADOR. Registro Oficial No. 222, 30 de Junio de 1993. "Reforma a la Ordenanza de Administración y Tarifas para el uso de los Servicios de Alcantarillado del Cantón Cuenca."

REPÚBLICA DEL ECUADOR. Registro Oficial No. 74, 10 de Mayo del 2000. Anexo que contiene los Valores Máximos Permisibles de los Indicadores de Contaminación y Parámetros de Interés Sanitario para Descargas Líquidas.

REPÚBLICA DEL ECUADOR. Reglamento de Aplicación de la Ordenanza No. 2910 del 27 de Enero de 1992. "Prevención y Control de la Contaminación producida por las descargas líquidas industriales y las Emisiones hacia la Atmósfera".

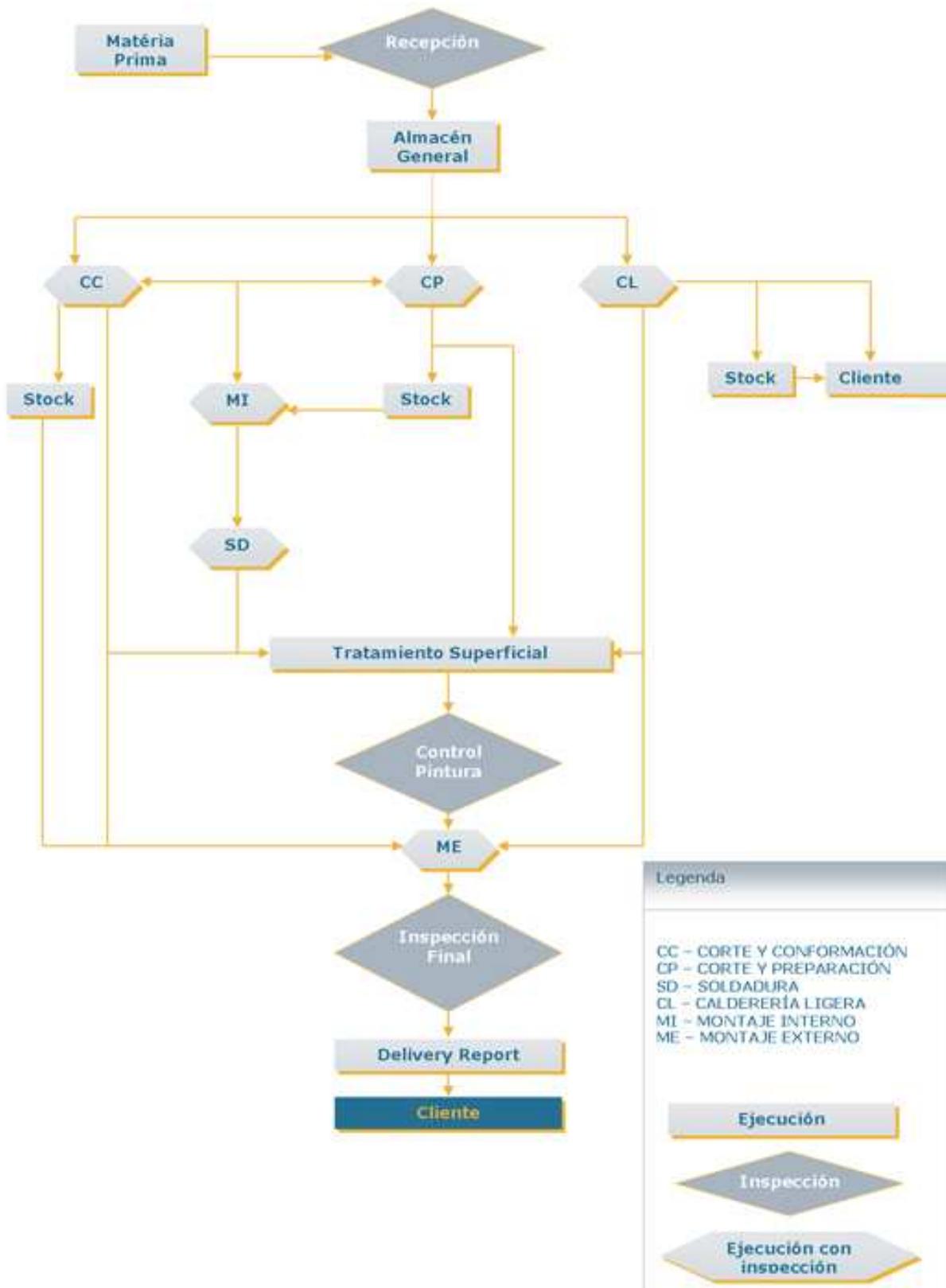
WORLD BANK, 1991. Environmental Assessment Source Book, Volume III. Guidelines for Environmental Assessment of Energy and Industry Projects, Environment Department, Washington, D.C., USA.

WORLD BANK, 1997. World Bank Technical Paper No. 373, Vehicular Air Pollution. The World Bank, Washington, D.C., USA.

WORLD BANK, 1999. World Bank Technical Paper No. 376, Roads and the Environment. The World Bank, Washington, D.C., USA.

ANEXO V

FLUJOGRAMA DEL PROCESO DE FABRICACION DE PINTURA

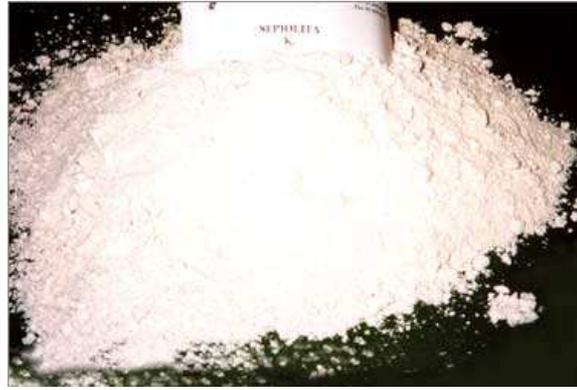


ANEXO VI

PIGMENTOS Y EQUIPOS USADOS EN LA FASE DE DISPERSION



DIOXIDO DE TITANIO



SILICATO DE MAGNESIO (TALCO)



CARBONATO DE CALCIO



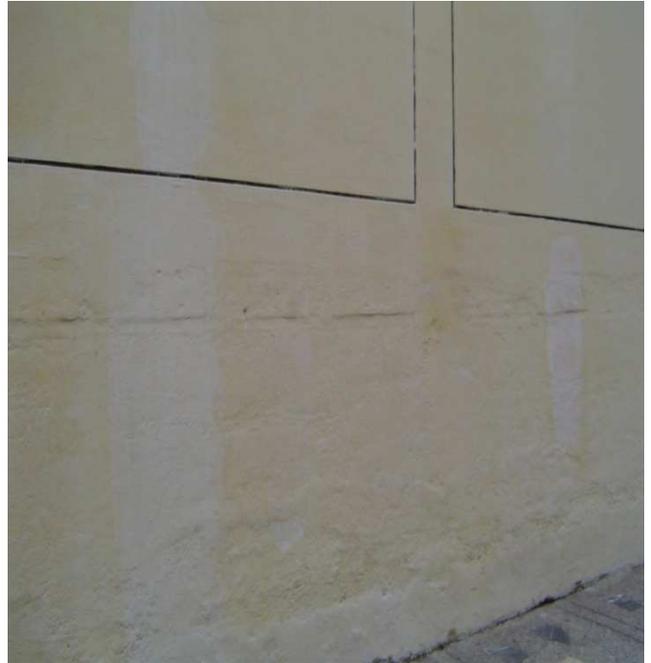
DISPERSADOR DE DOBLE HELICE

ANEXO VII

PROBLEMAS MÁS COMUNES EN SUPERFICIES DE MANPOSTERIA



EFLUORESENCIA



ENTIZAMIENO



DESCASCAMIENTO

**ANEXO VIII
PREPARACION Y APLICACIÓN SOBRE UNA SUPERFICIE**



| PASOS PARA PREPARAR UNA SUPERFICIE | | |
|--|-----------------------------------|---|
| MASILLAR | ESTUCAR | SELLAR |
| Rellenar fisuras o grietas. | Consiste en igualar la superficie | Es la aplicación de un producto que penetra en los poros y forma una capa dura e impermeable. |
| <p align="center"><i>Con la preparación adecuada de una superficie se logra:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li align="center">Obtener un buen acabado <li align="center">Corregir defectos. Nivelación y lisura de la superficie. <li align="center">Rellenar grietas, huecos , irregularidades , fisuras <li align="center">Eliminar todo tipo de impurezas. <li align="center">Limpieza de la superficie. (Polvo, grasa, aceite, moho, pintura suelta). <li align="center">Garantizar la perfecta adherencia de la pintura a la superficie. | | |