

## 5. Materiales y Métodos

### 5.1 Materiales

En la realización de este trabajo se utilizaron los siguientes equipos disponibles en el laboratorio de Ingeniería Ambiental de la Universidad de las Américas,

Puebla:

**Tabla 5.1. Equipo utilizado**

| <b>Equipo</b>                   | <b>Marca</b>                   | <b>Modelo</b> |
|---------------------------------|--------------------------------|---------------|
| <i>Furnatron</i>                | Sybron Thermolyne              | CP13310       |
| <i>Mufla</i>                    | Sybron Thermolyne              | FA1730-1      |
| <i>Balanza analítica</i>        | Shimatzu Libror                | AEU-210       |
| <i>Pontenciómetro</i>           | Corning Scientific Instruments | 5 pH meter    |
| <i>Turbidímetro</i>             | Hach Spectrophotometer         | DR/4000 V     |
| <i>Microscopio</i>              | Olympus                        | SZ-ST         |
| <i>Estereoscópico</i>           | Olympus                        | Lente SZ40    |
| <i>Lámpara para microscopio</i> | Olympus                        | TL3           |

## 5.2 Métodos

### *Preparación de soluciones*

Primeramente se deben preparar soluciones en base a las concentraciones reportadas en la literatura para los efluentes que contienen los metales a estudiar, estas serán las siguientes:

**Tabla 5.2. Concentración de las soluciones preparadas**

| <i>Metal</i> | <i>ppm</i> |
|--------------|------------|
| Cromo        | 459.5      |
| Cobre        | 191.54     |
| Cadmio       | 1076.62    |

Los lodos con contenido metálico se obtienen precipitando soluciones que contienen sales de los metales a estudiar y son preparadas de acuerdo a los cálculos estequiométricos correspondientes.

**Tabla 5.3. Reactivos utilizados para la preparación de soluciones**

| <i>Reactivo</i>                 | <i>Fórmula</i>                            | <i>Observaciones</i>                                    |
|---------------------------------|---|---|
| Sulfato de cobre pentahidratado | $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ | Cristales, grado técnico<br>Química Meyer, cat.5995-500 |
| Sulfato de cadmio               | $\text{CdSO}_4$                           | Miallinckrodt AR,<br>lote 6770 KJJM                     |
| Dicromato de potasio            | $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_4$         | Grado reactivo<br>Almacén UDLAP                         |

### *Prueba de jarras*

Es necesario realizar una prueba de jarras con el objeto de determinar la alcalinidad óptima para la precipitación de los metales. Esta prueba se lleva a cabo añadiendo una solución sobresaturada de carbonato de calcio  $\text{CaCO}_3$  como floculante regulando la basicidad con el potenciómetro (ver tabla 5.1). Esta característica se regula entre 6 y 12, de tal forma que se tiene 7 vasos de precipitados, cada uno a distinto pH. Las soluciones conteniendo cal deben reposar durante una o dos horas para después determinar la turbidez del sobrenadante y así elegir el pH óptimo para la coagulación, es decir, aquel que genere el sobrenadante con menor turbidez. En este caso dicha característica será determinada utilizando un turbidímetro electrónico (ver tabla 5.1).

Una vez determinado el pH óptimo se prepara una mayor cantidad de solución de cada uno de los metales con el objeto de obtener suficiente lodo para producir los pigmentos. Es necesario dejar las soluciones sin agitar durante varias horas (2 ó 3) para permitir que precipiten totalmente.

### *Secado*

Los lodos sedimentados se separan por decantación del resto de la solución y se extienden sobre una superficie para que sequen a la intemperie.

### *Calcinación*

Los lodos secos son molidos y calcinados, en navecillas especiales para dicho propósito, a 1000° C durante dos horas. Después de calcinados, los óxidos metálicos obtenidos son molidos nuevamente.

### *Vidriado*

Cada uno de los óxidos metálicos obtenidos es añadido a una mezcla de vidrio para dar color al recubrimiento con que serán revestidas las piezas de cerámica para producir el vidriado. El porcentaje de los componentes del vidriado variará de acuerdo a la cantidad de óxido añadida, aunque no de manera significativa. Esta mezcla es solubilizada en agua para producir una pasta viscosa que se usa para recubrir las piezas cerámicas.