



SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN  
MECI - CALIDAD - SISTEDA

MANUAL  
OPERACIÓN PLANTA DE  
TRATAMIENTO SURBA

PROCESO:  
GESTION DE LA COBERTURA

CÓDIGO: M-GCB-01

VERSIÓN: 2

FECHA: 15-12-2016

PÁG. 1 DE 32

# Manual de Operación Planta de tratamiento

## EMPODUITAMA S.A E.S.P.

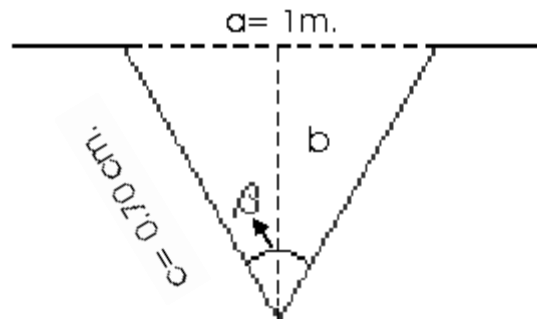
Duitama

|        |  |                                    |
|--------|--|------------------------------------|
|        | REVISÓ                                 | APROBÓ                             |
| FECHA: | 15-12-2016                             | 15-12-2016                         |
| CARGO: | Subgerente General (Técnico Operativo) | Jefe oficina asesora de planeación |

### MANUAL DE OPERACIÓN PLANTA EL SURBA.

Con este manual queremos unificar los pasos a seguir y sobre todo conocer la correcta operación de la planta de tratamiento de esta manera:

1. Revisar planillas elaboradas en el turno anterior y anotaciones hechas en la Bitácora.
2. Verificar el caudal comparándolo con tabla de calibración (Anexo).
3. Análisis del agua cruda como PH, color, turbiedad, alcalinidad (Ver procedimiento).
4. Determinar si se hace o no ensayo de jarras.
5. para comparar el caudal que esta llegando a la planta observando en el vertedero triangular y verificando en la tabla que hemos elaborado de acuerdo a las medidas que se han tomado. De la forma que a continuación describimos:
  - a. Dibujamos el vertedero con sus medidas: Lado  $a$ : 1 m. y Lado  $c$ : 0.80 m. Para hallar el ángulo.



- b. Aplicamos la fórmula para calcular la mitad del lado ( $a$ ):

|        |  |                                    |
|--------|--|------------------------------------|
|        | REVISÓ                                 | APROBÓ                             |
| FECHA: | 15-12-2016                             | 15-12-2016                         |
| CARGO: | Subgerente General (Técnico Operativo) | Jefe oficina asesora de planeación |

$$\frac{a}{2} = \frac{1m}{2} = \frac{100\text{ cm}}{2} = 0.50\text{ m.}$$

c. Hallamos el ángulo  $\beta$  que es:

$$\beta = \frac{a/2}{c} = \frac{0.50}{0.70} = 0.71$$

d. Hallamos el valor del ángulo  $\beta$ :

$$(\text{Sen}^{-1} 0.71) = 45.2$$

e. Hallamos el valor total del ángulo ( $\alpha$ ):

$$\alpha = (2\beta) = 45.2 \times 2 = 90.4$$

f. Teniendo el valor del ángulo que es de  $90^\circ$ , aplicamos la fórmula para tener el caudal en L/s, de la siguiente forma:


$$Q = 1.25 * H^{5/2}$$

**Vertedero de  $90^\circ$  Planta Río Surba. "Triangular"  $Q = 1.25 * H^{5/2}$**

| H(cm.) | H(m) | $1.25 * H^{5/2}$ | x 100 =<br>Q m <sup>3</sup> /s | x 10 =<br>Q Lt/s |
|--------|------|------------------|--------------------------------|------------------|
| 5      | 0.05 | 0.00069          | 0.069                          | 0.69             |
| 10     | 0.1  | 0.0039           | 0.39                           | 3.9              |
| 15     | 0.15 | 0.01             | 1.08                           | 10.8             |
| 20     | 0.2  | 0.0223           | 2.23                           | 22.3             |
| 25     | 0.25 | 0.039            | 3.9                            | 39               |
| 30     | 0.3  | 0.0616           | 6.16                           | 61.6             |
| 35     | 0.35 | 0.0905           | 9.05                           | 90.5             |
| 40     | 0.4  | 0.1264           | 12.64                          | 126.4            |
| 45     | 0.45 | 0.1698           | 16.98                          | 169.8            |
| 50     | 0.5  | 0.2209           | 22.09                          | 220.9            |
| 55     | 0.55 | 0.2804           | 28.04                          | 280.4            |
| 60     | 0.6  | 0.3485           | 34.85                          | 348.5            |

**Nota:** Para valores de ángulo ( $q$ ) diferente el valor de  $Q$  debe multiplicarse Por  $\text{tang } q/2$ .

|        |  |                                    |
|--------|--|------------------------------------|
|        | REVISÓ                                 | APROBÓ                             |
| FECHA: | 15-12-2016                             | 15-12-2016                         |
| CARGO: | Subgerente General (Técnico Operativo) | Jefe oficina asesora de planeación |

|   |  |   |                     |
|---|--|---|---------------------|
|  | <b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN<br/>MECI - CALIDAD - SISTEDA</b> | <b>MANUAL<br/>OPERACIÓN PLANTA DE<br/>TRATAMIENTO SURBA</b> |                     |
|   | <b>PROCESO:<br/>GESTION DE LA COBERTURA</b>                      | <b>CÓDIGO: M-GCB-01</b>                                     | <b>VERSIÓN: 2</b>   |
|   |  | <b>FECHA: 15-12-2016</b>                                    | <b>PÁG. 4 DE 32</b> |

Para otros vertederos ver anexos finales (Tareas).

## 2. Ensayo de Tratabilidad:

Este es el principal ensayo que se hace en una planta de tratamiento y su objetivo es poder determinar la dosis de partículas finamente divididas y coloidales en la planta, haciendo que se forme un coagulo (floc) pesado y compacto que decante fácilmente en los sedimentadores o no se rompa en el filtro. El aparato para el ensayo de jarras consta básicamente de un agitador múltiple, de velocidad variable, que pueda crear turbulencias simultáneamente en seis vasos de precipitado.

### a. Aparatos necesarios

- Un agitador de paleta con tacómetro
- Un reloj cronómetro
- Seis vasos de precipitado de 1000ml de capacidad
- Una probeta de 1000ml
- Seis jeringas desechables de 10ml


### b. Reactivos

- Solución dosificadora de alumbre (sulfato de aluminio) tome una cantidad de solución la misma que esta dosificando en la planta
- Solución de Cal tome una cantidad de solución la misma que esta dosificando en la planta.

### c. Procedimiento

- Recoja en un balde una muestra de agua cruda, en el sitio de entrada a la cámara de mezcla rápida.
- Determine la turbiedad, color ph y alcalinidad
- Mida en la probeta de un litro, seis muestras de agua cruda y transfíralas a los vasos de precipitado
- Introduzca las paletas del aparato mezclador de jarras, de manera que queden bien centradas
- Prenda el tacómetro a la velocidad de la mezcla rápida (si no la conoce use 100 r.p.m.)
- Mida en la pipeta graduada de 10ml los volúmenes correspondientes a la dosificación deseada

|        |  |                                    |
|--------|--|------------------------------------|
|        | REVISÓ                                 | APROBÓ                             |
| FECHA: | 15-12-2016                             | 15-12-2016                         |
| CARGO: | Subgerente General (Técnico Operativo) | Jefe oficina asesora de planeación |

|   |  |   |                     |
|---|--|---|---------------------|
|  | <b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN<br/>MECI - CALIDAD - SISTEDA</b> | <b>MANUAL<br/>OPERACIÓN PLANTA DE<br/>TRATAMIENTO SURBA</b> |                     |
|   | <b>PROCESO:<br/>GESTION DE LA COBERTURA</b>                      | <b>CÓDIGO: M-GCB-01</b>                                     | <b>VERSIÓN: 2</b>   |
|   |  | <b>FECHA: 15-12-2016</b>                                    | <b>PÁG. 5 DE 32</b> |

- Transfiera estos volúmenes a las jeringas desechables
- Dosifique las jarras e inmediatamente comience a contar el tiempo transcurrido un minuto, reduzca la velocidad correspondiente de los floculadores (si no la conoce use 40 r.p.m.)
- Observe el tiempo que tarda en aparecer los floculos, transcurrido el tiempo de mezcla lenta, que generalmente varia entre 10 y 20 minutos, y retire las paletas de las jarras.
- Espere unos 20 minutos y observe la velocidad de sedimentacion del floc
- Al cabo de este tiempo, tome las muestras del liquido clarificado, con cuidado de no remover el floc sedimentado y determine el ph, color, turbiedad y alcalinidad en cada jarra.
- La dosis optima de coagulante es la mínima dosis para la cual se obtiene un floc denso que sedimenta rapidamente y con la que se obtiene mayor remocion de turbiedad y color
- Una vez determinada la dosis optima de coagulante por el ensayo de las jarras, se procede a calcular la descarga del dosificador

$$D = Q * D.O. * 0.06 = L / \text{min}$$

Donde :  
 D = Dosis  
 D.O, = Dosis optima de coagulante según ensayo  
 Q = Caudal medio en el vertedero  
 0.06 = Factor de conversion de ml/s a L/min


### 3. Calibración de dosificadores:



#### a. De sulfato gravimétrico: (Tolva).

- ◆ Coloque en la tolva un bulto de sulfato en la tolva

|        |  |                                    |
|--------|--|------------------------------------|
|        | REVISÓ                                 | APROBÓ                             |
| FECHA: | 15-12-2016                             | 15-12-2016                         |
| CARGO: | Subgerente General (Técnico Operativo) | Jefe oficina asesora de planeación |

|   |  |   |                     |
|---|--|---|---------------------|
|  | <b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN<br/>MECI - CALIDAD - SISTEDA</b> | <b>MANUAL<br/>OPERACIÓN PLANTA DE<br/>TRATAMIENTO SURBA</b> |                     |
|   | <b>PROCESO:<br/>GESTION DE LA COBERTURA</b>                      | <b>CÓDIGO: M-GCB-01</b>                                     | <b>VERSIÓN: 2</b>   |
|   |  | <b>FECHA: 15-12-2016</b>                                    | <b>PÁG. 6 DE 32</b> |

- ◆ Prenda el equipo
- ◆ Coloque el % de abertura en 10 y deje funcionar por dos minutos
- ◆ Recoja la cantidad de coagulante en un minuto y pésela (hágalo 3 veces y saque promedio)
- ◆ Coloque el % de abertura en 20 y deje funcionar por dos minutos
- ◆ Recoja la cantidad de coagulante en un minuto y pesela (hágalo 3 veces y saque promedio)
- ◆ Coloque el % de abertura en 30, 40, 50 hasta llegar a 100 siguiendo los pasos anteriores

**Nota:** La tolva para su calibración y la curva de descarga debe estar como mínimo en 1/3 parte llena de sulfato de aluminio y dejarla trabajar 2 minutos antes de cada pesada de 1 minuto.

Ver curva de calibración Figura No. 1

|        |  |                                    |
|--------|--|------------------------------------|
|        | REVISÓ                                 | APROBÓ                             |
| FECHA: | 15-12-2016                             | 15-12-2016                         |
| CARGO: | Subgerente General (Técnico Operativo) | Jefe oficina asesora de planeación |

Regulador de  
Velocidad en Hz

Bomba  
Dosificadora # 2  
Serie No.  
B46345



Bomba  
Dosificadora # 1  
Serie No.  
B46346


### b. De sulfato volumétrico. Tanques y Bombas

- ◆ Prepare la solución de dosificación al 2.5 % , o al 5% en el tanque de 2000 litros agregando 50kg o 100kg respectivamente de sulfato (  $\frac{50kg.sulfato}{2000L/agua} \times 100\% \text{concentraci3n Sulfato} = 2.5\%$  ).
- ◆ Lavar la tubería de conducción de solución dosificadora
- ◆ Colocar la bomba dosificadora en 30hz, dejar funcionar por 2 minutos y tomar el volumen de solución descargado en un minuto, hacerlo por 3 veces y tomar promedio.
- ◆ Colocar la bomba dosificadora en 35, 40, 45 hasta llegar a 90 hz y seguir el procedimiento anterior.

**Nota:** Los tanques de solución deben estar como mínimo ½ tanque lleno de solución de sulfato, estas bombas deben calibrarse cada mes pues se descalibran con facilidad.

|        |  |                                    |
|--------|--|------------------------------------|
|        | REVISÓ                                 | APROBÓ                             |
| FECHA: | 15-12-2016                             | 15-12-2016                         |
| CARGO: | Subgerente General (Técnico Operativo) | Jefe oficina asesora de planeación |



|   |  |  |                            |
|---|--|--|----------------------------|
|  | SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN<br>MECI - CALIDAD - SISTEDA | MANUAL<br>OPERACIÓN PLANTA DE<br>TRATAMIENTO SURBA |                            |
|   | PROCESO:<br>GESTION DE LA COBERTURA                      | CÓDIGO: M-GCB-01<br>FECHA: 15-12-2016              | VERSIÓN: 2<br>PÁG. 8 DE 32 |

Lo mismo debe hacerse con las bombas dosificadoras de cal y peroxido de Hidrogeno.

Ver Curva de Calibracion Bombas Fig # 2, # 3, # 4 y # 5.

#### 4. Análisis Diarios Físicoquímicos En El Agua Tratada y Cruda

Estos análisis se hacen con el fin de verificar los tratamientos desde la llegada del caudal hasta después de la cloración para confirmar que los estudios que se llevan a cabo son óptimos.

Los estudios que se llevan a cabo son:


- a. Color.
- b. Turbiedad.
- c. Hierro.
- d. Sulfato.
- e. Cloro.
- f. Alcalinidad.
- g. Cloruros.
- h. Dureza.
- i. PH.

##### -Análisis COLOR: (HAZEN – Pt/Co)

1. Levante la tapa protectora del equipo NOVA 60 activando su encendido automáticamente.
2. Permita que cargue el equipo hasta pedir (INSERTAR CUBETA O INICIAR MEDIDA).
3. Insertar la cubeta de 50mm con la respectiva muestra a analizar.  
Color Verdadero: Muestra filtrada, Color Aparente: Muestra sin filtrar.
4. Cuando el equipo ha leído la celda aparecera en pantalla (SELEC-METODO).
5. Digite el comando 179 donde inmediatamente aparecerá (HAZEN-Pt/Co).
6. Proceda a darle orden de analisis oprimiendo una vez el boton continuar

|        |  |                                    |
|--------|--|------------------------------------|
|        | REVISÓ                                 | APROBÓ                             |
| FECHA: | 15-12-2016                             | 15-12-2016                         |
| CARGO: | Subgerente General (Técnico Operativo) | Jefe oficina asesora de planeación |



|   |  |   |                     |
|---|--|---|---------------------|
|  | <b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN<br/>MECI - CALIDAD - SISTEDA</b> | <b>MANUAL<br/>OPERACIÓN PLANTA DE<br/>TRATAMIENTO SURBA</b> |                     |
|   | <b>PROCESO:<br/>GESTION DE LA COBERTURA</b>                      | <b>CÓDIGO: M-GCB-01</b>                                     | <b>VERSIÓN: 2</b>   |
|   |  | <b>FECHA: 15-12-2016</b>                                    | <b>PÁG. 9 DE 32</b> |

7. El equipo tarda entre 2 a 4 segundos en darle el valor del analisis
  8. Retirar la celda sin necesidad de oprimir ningun boton
- Análisis TURBIEDAD: (FAU)**
1. Si el equipo se encuentra apagado, proceda a realizar los puntos 1 y 2 del análisis de color. Si el equipo se encuentra encendido, insertar la cubeta de 50 mm con la respectiva muestra a analizar.
  2. Cuando el equipo ha leído la celda aparecera en pantalla (SELECT-METODO)
  3. Digite el comando 077 donde inmediatamente aparecera (FAU)
  4. Proceda a darle la orden de análisis oprimiendo una vez el boton continuar
  5. El equipo tarda de 3 a 5 segundos en darle el valor del análisis
  6. Retirar la celda sin necesidad de oprimir ningun boton


**-Análisis HIERRO: (Fe)**

1. Si el equipo se encuentra apagado, proceda a realizar los puntos 1 y 2 del análisis de color. Si el equipo se encuentra encendido proceda al siguiente punto.
2. **Tecnica de Fe:**
  - a. Tomar 5ml de muestra analizar e introducirla en una celda redonda de 10ml
  - b. Añadir 3 gotas de reactivo Fe-AN, tapar y agitar.
  - c. Dejar en reposo 3 minutos e introducir la muestra a la celda cuadrada de 10mm
3. Insertar la cubeta patron (14761 **Fe Merck**) en su respectivo cubiculo redondo en el equipo.
4. Inserte la cubeta de 10mm con la respectiva muestra a analizar (el análisis se activa automaticamente)
5. El equipo tarda de 3 a 5 segundos en darle el valor del análisis
6. Retirar la celda sin necesidad de oprimir ningun boton
7. Si va a cambiar de análisis solo retire la cubeta patron.

**-Análisis SULFATOS: (SO<sub>4</sub>)**

1. Si el equipo se encuentra apagado, proceda a realizar los puntos 1 y 2 del análisis de color. Si el equipo se encuentra encendido proceda al siguiente punto.
2. **Tecnica SO<sub>4</sub>:**
  - a. Tomar 2.5ml de la muestra a analizar e introducirla en una celda redonda de 10ml
  - b. Añadir 2 gotas de reactivo **SO<sub>4</sub>=1A**, tapar y agitar.
  - c. Añadir 1 Microcucharada rasa de reactivo **SO<sub>4</sub>=2A**, tapar y agitar.
  - d. Dejar en reposo durante 10 minutos a 40°C y agitar.
  - e. Añadir 2.5 ml de reactivo **SO<sub>4</sub>=3A**, tapar y agitar.
  - f. Filtrar los 5ml que tiene la muestra.

|        |  |                                    |
|--------|--|------------------------------------|
|        | REVISÓ                                 | APROBÓ                             |
| FECHA: | 15-12-2016                             | 15-12-2016                         |
| CARGO: | Subgerente General (Técnico Operativo) | Jefe oficina asesora de planeación |

|   |  |   |                      |
|---|--|---|----------------------|
|  | <b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN<br/>MECI - CALIDAD - SISTEDA</b> | <b>MANUAL<br/>OPERACIÓN PLANTA DE<br/>TRATAMIENTO SURBA</b> |                      |
|   | <b>PROCESO:<br/>GESTION DE LA COBERTURA</b>                      | <b>CÓDIGO: M-GCB-01</b>                                     | <b>VERSIÓN: 2</b>    |
|   |  | <b>FECHA: 15-12-2016</b>                                    | <b>PÁG. 10 DE 32</b> |

- g. Añadir 4 gotas de reactivo **SO<sub>4</sub>=4A**, tapar y agitar.
  - h. Dejar en reposo durante 7 minutos a 40°C y agitar.
  - i. Dejar enfriar e introducir la muestra en la celda cuadrada de 10mm
3. Insertar la cubeta patron (**14791 SO<sub>4</sub> Merck**) en su respectivo cubiculo redondo en el equipo.
  4. Insertar la cubeta de 10mm con la respectiva muestra a analizar. (El análisis se activa automáticamente)
  5. El equipo tarda entre 3 y 5 segundos en darle el valor del análisis
  6. Retirar la celda sin necesidad de oprimir ningún botón
  7. Si va a cambiar de análisis solo retire la cubeta patron

Para apagar el equipo revise que no tenga ninguna celda u otro objeto, que este totalmente seco y la pantalla en buen estado.

Proceda a bajar la tapa suavemente en su totalidad, esta apagará el equipo automáticamente.

Cloro: Aunque se puede hacer en el equipo, también se puede hacer con un comparador: en un tubo medido o celda se toman 5 ml o 25 ml según lo que indique la papeleta de reactivo, se disuelve el reactivo y se compara con una muestra blanco en el comparador y el disco indica p.p.m.

Alcalinidad: La ausencia de la alcalinidad es inconveniente por los fenómenos de corrosión que implica. Y su exceso presenta el fenómeno de incrustación en las tuberías que conducen el agua potable, desmejorando por lo tanto el sabor del agua.

## METODO


La cuantificación de la alcalinidad se basa en la cantidad de ácido estándar necesario para neutralizarla hasta un pH de 8.3, esta determinación se hace mediante la volumetría tradicional en presencia de los indicadores de fenolftaleína y naranja de metilo respectivamente.

## MATERIALES Y EQUIPOS

1. Bureta de 25ml graduada en 0.1ml
2. Erlenmeyer de 250ml
3. Vaso de precipitado

## REACTIVOS

|        |  |                                    |
|--------|--|------------------------------------|
|        | REVISÓ                                 | APROBÓ                             |
| FECHA: | 15-12-2016                             | 15-12-2016                         |
| CARGO: | Subgerente General (Técnico Operativo) | Jefe oficina asesora de planeación |

|   |  |   |                      |
|---|--|---|----------------------|
|  | <b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN<br/>MECI - CALIDAD - SISTEDA</b> | <b>MANUAL<br/>OPERACIÓN PLANTA DE<br/>TRATAMIENTO SURBA</b> |                      |
|   | <b>PROCESO:<br/>GESTION DE LA COBERTURA</b>                      | <b>CÓDIGO: M-GCB-01</b>                                     | <b>VERSIÓN: 2</b>    |
|   |  | <b>FECHA: 15-12-2016</b>                                    | <b>PÁG. 11 DE 32</b> |

- Agua destilada
- Acido Sulfurico al 0.01N
- Indicador de fenolftaleina al 0.5%
- Indicador de naranja de metilo

H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> - 1N = Tomar un poco de agua destilada y agregar lentamente 27.45ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> del 97 % y 1.84 de p.e. (peso especifico) dejar enfriar y pasar a un balon volumetrico aforado de 1000ml y completar con agua destilada.

H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> - 2N = Tomar un poco de agua destilada y agregar lentamente 20ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> - 1N, pasar a un balon volumetrico aforado de 1000ml y completar con agua destilada.

Naranja de Metilo. En un litro de agua destilada (1000ml) se disuelve un gramo de metilo de naranja.

#### PROCEDIMIENTO

- ◆ Se miden 100 ml de muestras de agua problema en un erlemeyer de 250ml, y se le agregan 5 gotas de naranja de metilo, si torna un color amarillo hay alcalinidad y si torna un color rojo no la hay.
- ◆ Si torna amarillo se titula con ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0.02N) hasta que pase de amarillo a canela.
- ◆ Se mide el volumen gastado en la titulación (pipeta) y se aplica la fórmula de la siguiente manera.

$$\text{Alcalinidad mg/L. CaCO}_3 = \text{Vol. } \frac{\text{H}_2\text{SO}_4 * \text{N} * 50.000}{\text{Vol. Muestra.}}$$

Donde:


Vol. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> = Volumen de ácido sulfúrico gastado.

N = Normalidad del ácido.

Cloruros: Esta determinación se hace mediante la volumetria tradicional.

- ◆ Se toma una muestra de 100ml y cruda en un erlemeyer se le agrega 1 ml de cromato de potasio y esto se torna verde fosforescente.
- ◆ Se titula con nitrato de plata al 0.014N hasta que pase a un color ladrillo.

|        |  |                                    |
|--------|--|------------------------------------|
|        | REVISÓ                                 | APROBÓ                             |
| FECHA: | 15-12-2016                             | 15-12-2016                         |
| CARGO: | Subgerente General (Técnico Operativo) | Jefe oficina asesora de planeación |

|   |  |   |                      |
|---|--|---|----------------------|
|  | <b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN<br/>MECI - CALIDAD - SISTEDA</b> | <b>MANUAL<br/>OPERACIÓN PLANTA DE<br/>TRATAMIENTO SURBA</b> |                      |
|   | <b>PROCESO:<br/>GESTION DE LA COBERTURA</b>                      | <b>CÓDIGO: M-GCB-01</b>                                     | <b>VERSIÓN: 2</b>    |
|   |  | <b>FECHA: 15-12-2016</b>                                    | <b>PÁG. 12 DE 32</b> |

- ◆ Se mide el volumen gastado de nitrato de plata y se aplica a la fórmula de la siguiente manera:  
Cloruros = Vol. Gastado\*4.96.

## DUREZA

### METODO

El EDTA y sus sales sodicas forman un quelato soluble con los cationes metalicos, como el calcio y el magnesio, por eso cuando se agrega una tableta indicadora, a una muestra dura, se obtiene un color vinotinto que posteriormente al titular con EDTA cambia a un color azul, por quelacion de los cationes correspondientes.

### MATERIALES Y EQUIPOS

1. Bureta graduada en 10ml
2. Erlemeyer de 250ml
3. Pipeta graduada de 10ml
4. Probetas de 50ml

### REACTIVOS


- Agua destiladao desmineralizada
- Buffer de dureza (Amoniac)
- EDTA solucion estandar 0.01N
- Tabletas indicadoras

### PROCEDIMIENTO

- ◆ Se toma una muestra de 100 ml de agua tratada y cruda en un erlemeyer, se le agrega una tableta indicadora Buffer (Tritriplex).
- ◆ Se le agrega 1 ml de amoniaco y torna un color vinotinto.
- ◆ Se titula con EDTA al 0.01M. hasta que pasa a un color azul verdoso.
- ◆ Se mide el volumen gastado de (EDTA) y aplica la fórmula así:

$$\text{Dureza total mg/l. CaCO}_3 = \frac{\text{Vol. EDTA} * \text{M} * 100.000}{\text{Vol. Muestra}}$$

|        |  |                                    |
|--------|--|------------------------------------|
|        | REVISÓ                                 | APROBÓ                             |
| FECHA: | 15-12-2016                             | 15-12-2016                         |
| CARGO: | Subgerente General (Técnico Operativo) | Jefe oficina asesora de planeación |

|  |  |                          |   |                   |
|--|--|--------------------------|---|-------------------|
|  <p>empoduitama<br/>acueducto alcantarillado<br/>Cuida la Vibrante ESENCIA DE LA VIDA</p> | <p>SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN<br/>MECI - CALIDAD - SISTEDA</p> |                          | <p>MANUAL<br/>OPERACIÓN PLANTA DE<br/>TRATAMIENTO SURBA</p> |                   |
|  | <p>PROCESO:<br/>GESTION DE LA COBERTURA</p>                      |                          | <p>CÓDIGO: M-GCB-01</p>                                     | <p>VERSIÓN: 2</p> |
|  |  | <p>FECHA: 15-12-2016</p> | <p>PÁG. 13 DE 32</p>  |                   |

Donde: M = Molaridad de EDTA.

**Nota:** Para los anteriores análisis existe el decreto 475 de 1998 donde se especifican los límites permisibles de tales análisis que es la siguiente:


Decreto 475 de 10 de Marzo de 1998.

| CARACTERISTICAS      | UNIDADES          | VALOR ADMISIBLE |
|----------------------|-------------------|-----------------|
| Color                | U.P.C.            | 15              |
| Olor y sabor         |                   | Aceptable       |
| Turbiedad            | UNT               | 5               |
| Sólidos Totales      | MG/LT             | 500             |
| Conductividad        | Uns/cm.           | 50 a 100        |
| Sustancias Flotantes |                   | Ausentes        |
| Nitritos             | No <sub>2</sub>   | 0.1             |
| Nitratos             | No <sub>3</sub>   | 1               |
| Calcio               | Ca                | 60              |
| Acidez               | CaCO <sub>3</sub> | 50              |
| Hidróxidos           | CaCO <sub>3</sub> | 1d              |
| Cloruros             | Cl.               | 250             |
| Dureza               | CaCO <sub>3</sub> | 160             |
| Hierro               | Fe                | 0.3             |
| Magnesio             | MG/LT             | 36              |
| Manganeso            | Mn                | 0.1             |
| Sulfatos             | SO <sub>4</sub>   | 250             |
| Zinc                 | Zn                | 5               |
| Fluoruros            | Fe                | 1.2             |
| Fosfatos             | PO <sub>4</sub>   | 0.2             |
| Alcalinidad          | CaCO <sub>3</sub> | 100             |

**5. Después de haber realizado los análisis diarios al agua se recomienda proceder a una revisión del proceso en la planta verificando aspectos como:**

- ◆ El floc que esta produciendo los floculadores.
- ◆ Que el floc. producido tenga un peso óptimo para que sedimente fácilmente y no se pase a los filtros ya que los puede saturar.
- ◆ Que el funcionamiento de filtros y la producción de agua sea óptimo.

|        |  |                                    |
|--------|--|------------------------------------|
|        | REVISÓ                                 | APROBÓ                             |
| FECHA: | 15-12-2016                             | 15-12-2016                         |
| CARGO: | Subgerente General (Técnico Operativo) | Jefe oficina asesora de planeación |

|   |  |   |                      |
|---|--|---|----------------------|
|  | <b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN<br/>MECI - CALIDAD - SISTEDA</b> | <b>MANUAL<br/>OPERACIÓN PLANTA DE<br/>TRATAMIENTO SURBA</b> |                      |
|   | <b>PROCESO:<br/>GESTION DE LA COBERTURA</b>                      | <b>CÓDIGO: M-GCB-01</b>                                     | <b>VERSIÓN: 2</b>    |
|   |  | <b>FECHA: 15-12-2016</b>                                    | <b>PÁG. 14 DE 32</b> |

## 6. FILTROS

El filtro esta compuesto de una capa de grava de distintos calibres, una capa de arena de distintos granos y una capa antrasita. Los filtros de la planta son filtros rápidos.

Un filtro se lava cuando se colmata porque: se ha adicionado mucho sulfato o por exceso de sedimento en el agua que esta llegando. El operador debe estar pendiente cuando la lamina de agua filtrada que esta saliendo ha disminuido y su tiempo de filtrado indica que necesita de su lavado.

El lavado de los filtro se efectúa por retrolavado de la siguiente forma:

- ◆ Primero se cierra la válvula de entrada de agua sedimentada (Blanca) Y se abre lentamente la válvula de alcantarillado (Negra) esto demora entre 5 y 10 minutos, con el fin de que la tubería no se llene y se inunden las cajas y pozos ya que se baja por las rejillas y se inunda el primer piso.
- ◆ Se ayuda al filtro con la bomba para que el agua a presión ayude a sacar los lodos y se laven las paredes con la presión de la manguera en un tiempo de 5 minutos después de abierta completamente la válvula negra.
- ◆ Luego de esto se debe apagar la bomba y después cerrar la válvula que conecta a la manguera a presión.
- ◆ El lavado de un filtro puede durar de 20 a 30 minutos.
- ◆ Al cabo de los 20 o 30 minutos se deja recuperar hasta por lo menos  $\frac{1}{4}$  del nivel del filtro, luego se abre 7 vueltas la valvula de agua sedimentada blanca hasta que el nivel del filtro se haya recuperado en su totalidad, esto con el fin de no remover la antrasita, luego se abre la valvula blanca en su totalidad, y se deja en funcionamiento normal. (El lavado de un filtro se anota en la planilla de control diario, anexe en tareas)

**Nota:** Al empezar a lavar un filtro se debe apagar la bomba dosificadora de cloro para evitar que se descargue ya que el paso de agua para la desinfección es mínima o en ocasiones nada.

En caso de estar funcionando la bomba para el llenado del tanque de almacenamiento para la planta y usuarios vecinos se debe hace un cambio cerrando el registro de lavado y abriendo la válvula de llenado del tanque.

|        |  |                                    |
|--------|--|------------------------------------|
|        | REVISÓ                                 | APROBÓ                             |
| FECHA: | 15-12-2016                             | 15-12-2016                         |
| CARGO: | Subgerente General (Técnico Operativo) | Jefe oficina asesora de planeación |



## 7. DESINFECCION



Cuadro de Procedimiento y Manual de instalación y precaución

Cilindros de Cloro de 900 y 1000kg

Clorador Lb/Dia

Cilindro de Cl 68kg

- 7.1 Otro proceso es el de la desinfección o cloración el cual sirve para eliminar las bacterias patógenas que tenga el agua.
- 7.2 Funcionamiento: se aplica por inyección mediante un clorador y una motobomba que impulsa agua a una presión de 60 p.s.i. conectado con la manguera del clorador que inyecta el cloro a 10, 20, 30, o más lb/día y se aplica según el caudal que este llegando. Esta a su vez llega a la cámara de cloración adicionando a la totalidad de agua tratada, que conduce por tubería hacia el tanque de almacenamiento.
- 7.3 Cambio del cilindro y procedimiento (de 68, 900, o 1000kg):

Elementos que se utilizan


- ◆ Equipo de protección (Kanister, máscara.)
- ◆ Gafas
- ◆ Guantes de Baqueta
- ◆ Arandelas de plomo
- ◆ Destornillador y llaves
- ◆ Amoniaco

Procedimiento

- ◆ Se cierra la válvula del cilindro y se espera de 5 a 10 minutos con la bomba dosificadora prendida.
- ◆ Transcurrido este tiempo se procede a apagar la bomba dosificadora.

|        |  |                                    |
|--------|--|------------------------------------|
|        | REVISÓ                                 | APROBÓ                             |
| FECHA: | 15-12-2016                             | 15-12-2016                         |
| CARGO: | Subgerente General (Técnico Operativo) | Jefe oficina asesora de planeación |



|   |  |   |                      |
|---|--|---|----------------------|
|  | <b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN<br/>MECI - CALIDAD - SISTEDA</b> | <b>MANUAL<br/>OPERACIÓN PLANTA DE<br/>TRATAMIENTO SURBA</b> |                      |
|   | <b>PROCESO:<br/>GESTION DE LA COBERTURA</b>                      | <b>CÓDIGO: M-GCB-01</b>                                     | <b>VERSIÓN: 2</b>    |
|   |  | <b>FECHA: 15-12-2016</b>                                    | <b>PÁG. 16 DE 32</b> |

- ◆ Se afloja el yugo lentamente que conecta el cilindro con el tubo conductor del cloro, para que el residuo que queda en la tubería se evacue.
- ◆ Se remueve la arandela de plomo instalada reemplazandola por una nueva. Esta se debe cambiar obligatoriamente
- ◆ Se instala apretando el yugo y verificando que este enfrentado el tubo con la valvula del cilindro de cloro
- ◆ Se abre y se cierra inmediatamente la valvula del cilindro de cloro y se procede a verificar con amoniaco para detectar alguna fuga.
- ◆ Si no existe ninguna fuga se abre la fuga ¼ de vuelta y se prende la bomba dosificadora.

7.4 Para la adición de cloro se debe tener en cuenta el limite permisible que establece decreto 475 de 1998 para cloro residual (El cloro que contiene el agua en el último tramo de la tubería)

7.5 El cloro residual a la salida del tanque de almacenamiento debe de estar en 1.5 mg/l

**Nota:** No se debe pasar por lo alto que el operador debe revisar periódicamente que no existan fugas de cloro el cual debe detectarlo con amoniaco pues este contacto con el cloro reacciona produciendo un humo blanco. Para la manipulación del cloro el operador debe tener conocimiento y la seguridad necesaria.

## 8. Almacenamiento




Sensor de niveles del tanque



5m

|        |  |                                    |
|--------|--|------------------------------------|
|        | REVISÓ                                 | APROBO                             |
| FECHA: | 15-12-2016                             | 15-12-2016                         |
| CARGO: | Subgerente General (Técnico Operativo) | Jefe oficina asesora de planeación |

|   |  |  |                             |
|---|--|--|-----------------------------|
|  | SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN<br>MECI - CALIDAD - SISTEDA | MANUAL<br>OPERACIÓN PLANTA DE<br>TRATAMIENTO SURBA |                             |
|   | PROCESO:<br>GESTION DE LA COBERTURA                      | CÓDIGO: M-GCB-01<br>FECHA: 15-12-2016              | VERSIÓN: 2<br>PÁG. 17 DE 32 |

← 22.20m →

Volumen del tanque circular planta Rio Surba


$$V = \pi \times r^2 \times h = 3.1416 \times (11.10^2) \times 5 = 1935.38m^3$$

8.1 La planta cuenta con un tanque de almacenamiento de agua tratada con capacidad de 1.935 m<sup>3</sup> y esta ubicada unos 400m. debajo de la planta de tratamiento. Los operadores para mantenerlo siempre con un mínimo de agua debe manipular la válvula revisando su nivel y cuando se encuentre en uno según caja de censor de niveles se debe dejar hasta el tanque y proceder a cerrar la válvula 20 vueltas (la válvula tiene un total de 54 vueltas) de tal forma que el tanque se esta llenando a la vez. Esta surtiendo la población, y así mantener la presión en la tubería a las partes altas de la ciudad, si a las 10:00 pm. Continúa bajo el nivel se procede a cerrar válvula otras 15 vueltas para que a las 5: 00 am. El tanque se encuentre totalmente lleno. Esto se debe hacer a criterio del operador y mirando que cantidad de caudal este llegando. En caso que el tanque durante el día no baje de el 3 nivel según censor de nivel del tanque que esta ubicado en el 2° piso cerca al vertedero en la planta, se procede a abril la válvula de refuerzo para la planta de la Milagrosa no sin antes avisar al operador de turno. Esto con el fin de cumplir con la ley 142 que dice que hay qu prestar el servicio las 24 horas continuas.

## 9. Lavado de planta



|        |  |                                    |
|--------|--|------------------------------------|
|        | REVISÓ                                 | APROBÓ                             |
| FECHA: | 15-12-2016                             | 15-12-2016                         |
| CARGO: | Subgerente General (Técnico Operativo) | Jefe oficina asesora de planeación |

|   |  |   |                      |
|---|--|---|----------------------|
|  | <b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN<br/>MECI - CALIDAD - SISTEDA</b> | <b>MANUAL<br/>OPERACIÓN PLANTA DE<br/>TRATAMIENTO SURBA</b> |                      |
|   | <b>PROCESO:<br/>GESTION DE LA COBERTURA</b>                      | <b>CÓDIGO: M-GCB-01</b>                                     | <b>VERSIÓN: 2</b>    |
|   |  | <b>FECHA: 15-12-2016</b>                                    | <b>PÁG. 18 DE 32</b> |


La planta se lava cada mes siguiendo programación que el jefe de planta disponga para tal fin y cronograma.

- ◆ Lavado de floculadores:
- ◆ Primero se deben cerrar las 3 válvulas (Verdes) que conducen el agua hacia la canaleta.
- ◆ Se apaga motoreductores agitadores de aspas horizontales y se procede a abrir lentamente la válvula de desagüe que queda en el primer piso teniendo cuidado de no llenar aliviadero (Caja) porque se inunda el primer piso.
- ◆ Luego se debe prender la bomba # 1 teniendo en cuenta que la válvula de llenado del tanque de reserva este cerrada y el registro de lavado este abierto para conseguir la presión necesaria en la manguera y así efectuar un lavado óptimo de las paredes y el piso del floculador lavar ( son 3 floculadores)
- ◆ Con una solución de (HTH) Hipoclorito de Calcio al 5% se deben desinfectar las paredes del floculador y luego se procede a cerrar la válvula desagüe (Negra) y se abren lentamente las tres válvulas de llenado (Verdes) hasta que se llene por lo menos  $\frac{3}{4}$  y prender el motoreductor agitador de aspas.

#### Lavado de sedimentadores:

- ◆ Primero se cierran las válvulas de entrada de agua floculada que son dos (Blancas).
- ◆ Luego se abre lentamente la válvula de fondo (alcantarillado Negra) que esta ubicada en el pasadizo central teniendo el cuidado de no llenar los aliviaderos y así evitar daños en los tubos de alcantarillado por la velocidad del agua, y se espera que se desocupe, esto dura aproximadamente 45 minutos.
- ◆ Con la manguera a presión y siguiendo los pasos de prendido de la bomba #1 los mismos que se hacen para el lavado de filtros y floculadores se manguerean paredes y piso del sedimentador que son (Cuatro sedimentadores)
- ◆ Con una solución de (HTH) Hipoclorito de Calcio al 5% se desinfectan las paredes del sedimentador.

|        |  |                                    |
|--------|--|------------------------------------|
|        | REVISÓ                                 | APROBÓ                             |
| FECHA: | 15-12-2016                             | 15-12-2016                         |
| CARGO: | Subgerente General (Técnico Operativo) | Jefe oficina asesora de planeación |

|   |  |   |                      |
|---|--|---|----------------------|
|  | <b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN<br/>MECI - CALIDAD - SISTEDA</b> | <b>MANUAL<br/>OPERACIÓN PLANTA DE<br/>TRATAMIENTO SURBA</b> |                      |
|   | <b>PROCESO:<br/>GESTION DE LA COBERTURA</b>                      | <b>CÓDIGO: M-GCB-01</b>                                     | <b>VERSIÓN: 2</b>    |
|   |  | <b>FECHA: 15-12-2016</b>                                    | <b>PÁG. 19 DE 32</b> |

◆ Luego se cierra la válvula fondo (Negra) y se abren las valvulas de llenado (Blancas) lentamente para evitar que el floc formado en la canaleta no se rompa.

#### Lavado de Canaletas

◆ Para el lavado de las canaletas estas se lavan el día que se lava el sedimentador # 4.

◆ Después de lavado y desinfectado el floculador # 4 se deja abierta la válvula de fondo (Negra).

◆ Se hace movimiento de válvulas en la tubería de conducción que están ubicadas fuera de la planta a unos 500 m. aproximadamente. Abriendo la del paso directo y cerrando la de conducción a la planta.

◆ Luego se debe cerrar la válvula de entrada al vertedero esta se encuentra en el primer piso, y se cierran calculas de los floculadores que comunican la canaleta ( que en total son 9)

◆ Se abren válvulas de llenado del sedimentador # 4 (Blancas) esto con el fin de evacuar el agua de la canaleta que conduce al llenado de los sedimentadores y se procede a lavar con la manguera a presión la canaleta y se desinfecta con solución de (HTH) Hipoclorito de Calcio 5%.

◆ Para el lavado de canaletas de agua sedimentada a los filtros se debe seguir los siguientes pasos el mismo día:

◆ Se desocupa un filtro dejando la válvula de alcantarillado abierta y cerrando las válvulas de agua sedimentada que entra a los filtros (Blancas) menos la del filtro desocupado, esto con el fin de desocupar las canaletas y poder lavarlas y desinfectarlas.

**Nota:** Para no dejar a la ciudad sin el servicio el lavado de la planta se debe hacer empezando el lavado diariamente de cada unidad un elemento así: **Primer día:** Floculador # 1. **Segundo día:** Floculador # 2. **Tercer día:** Floculador # 3. **Cuarto día:** Sedimentador # 1. **Quinto día:** Sedimentador # 2. **Sexto día:** Sedimentador # 3. **Séptimo día:** Lavado de sedimentador # 4 y canaletas. Para el lavado el operador debe utilizar los elementos de seguridad tales como botas de caucho, guantes de caucho, gafas, mameluco impermeable, casco y overol de dotación.

|        |  |                                    |
|--------|--|------------------------------------|
|        | REVISÓ                                 | APROBÓ                             |
| FECHA: | 15-12-2016                             | 15-12-2016                         |
| CARGO: | Subgerente General (Técnico Operativo) | Jefe oficina asesora de planeación |

## TABLA

Vertedero 60° =  $Q = 0.71 * H^{5/2}$  "Triangular"

| H(cm.) | H(m) | $0.71 * H^{5/2}$<br>$H^{5/2}$ | x 100=<br>Q m³/s | x 10=<br>Q Lt/s |
|--------|------|-------------------------------|------------------|-----------------|
| 5      | 0.05 | 0.00039                       | 0.039            | 0.39            |
| 10     | 0.1  | 0.0024                        | 0.224            | 2.24            |
| 15     | 0.15 | 0.0061                        | 0.618            | 6.18            |
| 20     | 0.2  | 0.012                         | 1.27             | 12.7            |
| 25     | 0.25 | 0.022                         | 2.21             | 22.1            |
| 30     | 0.3  | 0.034                         | 3.49             | 34.9            |
| 35     | 0.35 | 0.051                         | 5.14             | 51.4            |
| 40     | 0.4  | 0.041                         | 7.18             | 71.8            |
| 45     | 0.45 | 0.096                         | 9.64             | 96.4            |
| 50     | 0.5  | 0.125                         | 12.55            | 125.5           |

## ALMACENAMIENTO

Para el lavado de un filtro se gastan aproximadamente:

Evacuación de agua ancho 3.90 x largo 6.50 x 1.10 altura =  
 $3.90 \times 6.50 \times 1.10 = 27.88 \text{ m}^3$ .

Manguera a presión  $2.46 \text{ L/s} = 2.46 \text{ L/s} \times 60 \text{ seg.} = 47.6 \text{ L/min.} \times 5 \text{ min.} = 738 \text{ Lts.}$

Retrolavado  $150 \text{ L/s} = 150 \text{ L/s} \times 60 \text{ min.} = 900 \text{ L/min.} \times 20 \text{ min.} = 180000 \text{ Lts.}$

Total de agua gastada para lavado de filtro =

$$738 \text{ L} + 180000 \text{ L} = \frac{180738 \text{ L}}{1000 \text{ m.}} = 180,738 \text{ m}^3 + 27.88 \text{ m}^3 = 208,6 \text{ m}^3$$

Lavado sedimentador: uno

Largo 26.50 m. x ancho 6.10 m. x alto 2.70 m. =

|        | REVISÓ                                 | APROBÓ                             |
|--------|--|------------------------------------|
| FECHA: | 15-12-2016                             | 15-12-2016                         |
| CARGO: | Subgerente General (Técnico Operativo) | Jefe oficina asesora de planeación |



Evacuación de agua:

$$26.50 \times 6.10 \times 2.70 = 436.4 \text{ m}^3$$

Manguera a presión:  $2.46 \text{ l/s} \times 60 \text{ seg.} = 147.6 \text{ L/min.}$

$$147.6 \times 30 = 4.428 \text{ L/20mn} = 4.42 \text{ m}^3$$

Total agua gastada en lavado de sedimentador

$$436.4 \text{ m}^3 \text{ evacuados} + 4.42 \text{ m}^3 \text{ manguera} = 440.82 \text{ m}^3$$

Lavado de un floculador:

14m largo x 3 ancho x 2.90 alto.

Evacuación:

$$14.0 \times 3.0 \times 2.9 = 121.8 \text{ m}^3$$

Manguera a presión:  $2.46 \text{ l/s} \times 60 \text{ seg.} = 147.6 \text{ l/min.}$

$$147.6 \times 20 \text{ min.} = 295.2 \text{ l} = 2.95 \text{ m}^3$$

Total agua gastada en el lavado de un floculador =  $124.75 \text{ m}^3$

La cantidad de agua que se trata en día con  $204 \text{ L/s}$  es de

$$204 \text{ L/s} \times 60 \text{ seg.} = 12240 \text{ L/min.} \times 60 \text{ min.} = 734400 \text{ L/hora.}$$

En un turno de 8 horas la cantidad es de  $5875200 \text{ L/turno} \div 100\text{m.}$

$$5875.2 \text{ m}^3$$

En el día el agua tratada es de  $141.004.8 \text{ m}^3$  y se gastan  $417.2 \text{ m}^3$ . en lavado de 2 filtros lo que nos da un total de  $140.587.6 \text{ m}^3$  de agua tratada en un día de 3 turnos.

|        |  |                                    |
|--------|--|------------------------------------|
|        | REVISÓ                                 | APROBÓ                             |
| FECHA: | 15-12-2016                             | 15-12-2016                         |
| CARGO: | Subgerente General (Técnico Operativo) | Jefe oficina asesora de planeación |



SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN  
MECI - CALIDAD - SISTEDA

MANUAL  
OPERACIÓN PLANTA DE  
TRATAMIENTO SURBA

PROCESO:  
GESTION DE LA COBERTURA

CÓDIGO: M-GCB-01  
FECHA: 15-12-2016

VERSIÓN: 2  
PÁG. 22 DE 32

COPIA NO CONTROLADA

|        |  |                                    |
|--------|--|------------------------------------|
|        | REVISÓ                                 | APROBÓ                             |
| FECHA: | 15-12-2016                             | 15-12-2016                         |
| CARGO: | Subgerente General (Técnico Operativo) | Jefe oficina asesora de planeación |



En un sistema de tratamiento se utilizan 50kg. De sulfato para potabilizar 20 L/s.  
Cuanto sulfato se necesita para potabilizar 45L/s.

$$50\text{kg.} \times \frac{20\text{L/s.}}{45\text{L/s.}} = \frac{50\text{Kg.} \times 45 \text{ L/s.}}{20\text{L/s}} = \frac{2250\text{kg}}{20} = 112.5\text{Kg}$$

R: Para potabilizar 45L/s se necesitan 112.5 Kg. De sulfato.

Para tratar 55 L/s de H<sub>2</sub>O se requieren 20 Lb. /día de cloro, cuantos Lb. /día se necesitan para tratar 200L/s.

$$55\text{L/s} \times \frac{20\text{Lb.}}{200\text{L/s}} = \frac{200\text{L/s} \times 20\text{Lb. /día}}{55\text{L/s}} = \frac{4000\text{Lb. /día}}{55} = 72,72 \text{ Lb. /día.}$$

R: Para 200L/s de agua se requieren 72.72Lb. /día.

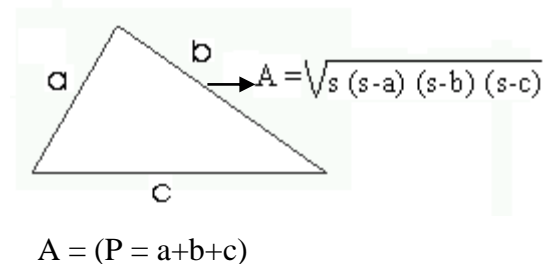
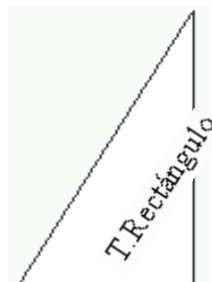
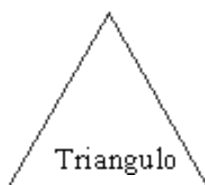
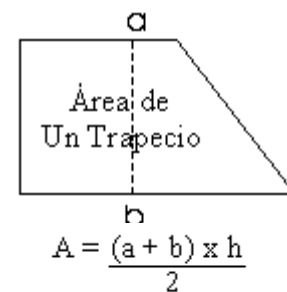
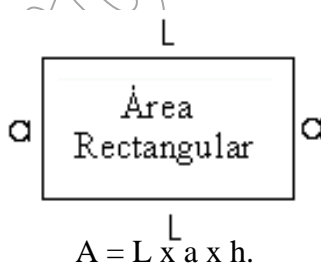
Perímetro de un círculo

$$2\pi \times \text{Radio(R)}.$$

Se tiene un tanque circular de 6.2 m. de diámetro cual es su perímetro (P)

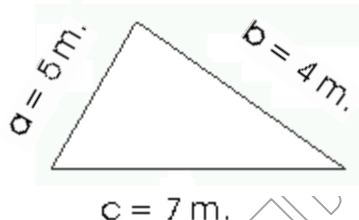
- $2\pi \times R \approx 2 \times 3,1416 \times 3.1 = 19.47 \text{ m.}$
- $\frac{2\pi \times D}{2} = \frac{2 \times 3.1416 \times 6.2}{2} = 19.47 \text{ m.}$

A = Área: (Es la superficie comprendida en un perímetro.)



|        |  |                                    |
|--------|--|------------------------------------|
|        | REVISÓ                                 | APROBÓ                             |
| FECHA: | 15-12-2016                             | 15-12-2016                         |
| CARGO: | Subgerente General (Técnico Operativo) | Jefe oficina asesora de planeación |

Hallar el área del triángulo con las siguientes medidas: Por un lado 5 m. Por otro lado 7 m. y por otro lado 4 m.



$$S = 5 + 4 + 7 = 16$$

$$A = \sqrt{16(16-5)(16-7)(16-4)}$$

$$16 \times (11) \times (9) \times (12) =$$

$$A = \sqrt{16 \times 11 \times 9 \times 12} = 137.8695$$

R: 137.8695.

(Circunferencia) =  $\pi \times \text{Radio elevado al cuadrado}$  ( $\pi * r^2$ ) A

Radio (r) es la mitad del diámetro  $\ominus$ .

Diámetro (D): Es la totalidad de la medida del círculo o circunferencia  $\ominus$

Área: ES la superficie comprendida en un perímetro ( $A = \pi * r^2$ )

Volumen: Tanque cilíndrico = (V)

$V = \pi \times r^2 \times h$  (Pi por radio elevado al cuadrado por altura)

Ej.: Determinar el área de una circunferencia de 9.6 m. de diámetro.

$$1. A = \pi * r^2$$

$$3.1416 \times (4.8^2) = 72.38 \text{ m.}$$

$$23.04$$

$$2. A = \frac{\pi * D^2}{4}$$

|        |  |                                    |
|--------|--|------------------------------------|
|        | REVISÓ                                 | APROBÓ                             |
| FECHA: | 15-12-2016                             | 15-12-2016                         |
| CARGO: | Subgerente General (Técnico Operativo) | Jefe oficina asesora de planeación |

$$\frac{3.1416 \times (9.6^2)}{4} = 72.38 \text{ m.}$$

Ej. Determinar el volumen del tanque circular de la planta del río Surba que sus medidas son: 22.20 m. de diámetro x 5 m. de altura.

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot h = (3.1416 \times (11.10^2) \times 5) = 1935.38 \text{ m}^3.$$

$$A_c: \text{Área circular} = A = (\pi \cdot r^2) = (3.1416 \times (11.10^2)) = 387.07$$

Ej. Determinar el volumen de un tanque que tiene 4 m. por cada lado.

$$\text{Volumen} = V = L \times L \times L = \text{m}^3 \quad (V = 4 \times 4 \times 4) = 64 \text{ m}^3.$$

Ej. Determinar el volumen de un tanque que tiene 4 m. de ancho por 7 m. de largo y 3 m. de alto.

$$\text{Volumen} = V = a \times b \times h = (4 \times 7 \times 3) = 84 \text{ m}^3.$$

**Tarea:** Hacer ejercicios de volumen, área, de varios tanques, volumen de tanques rectangulares: ( $V = L \times a \times h$ ) L: Largo a: ancho h: Altura.

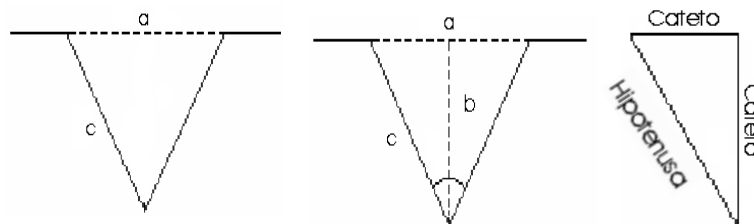
Ej. Determinar el volumen de un tanque tipo redondo de 18 m. de diámetro.

$$V = \frac{4}{3} \pi \cdot r^3 = 3.1416 \div 3 \times 4 \cdot r^3 = 3.053 \text{ m}^3.$$

$$3.1416 \div 3 = 1.0472 \times 4 = 4.188 \times (9^3) = 3.053 \text{ m}^3.$$

Fórmula para tanques tipo balón o esfera =  $V = \frac{4}{3} \pi \cdot r^3$ .

**Vertederos triangulares:**



|        |  |                                    |
|--------|--|------------------------------------|
|        | REVISÓ                                 | APROBÓ                             |
| FECHA: | 15-12-2016                             | 15-12-2016                         |
| CARGO: | Subgerente General (Técnico Operativo) | Jefe oficina asesora de planeación |

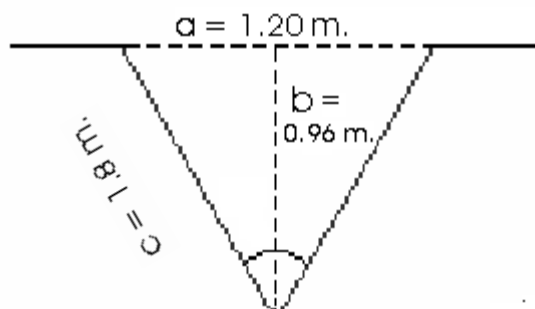
$$\text{Seno} = \frac{a \text{ (lado opuesto)}}{c \text{ (Hipotenusa)}}$$

$\alpha = \text{ángulo.}$

$$\alpha = \left(\frac{a}{b}\right) \times 2$$

Ej. Un operados debía medir el caudal en un vertedero sin tabla de calibración y no sabía el ángulo ( $\alpha$ ) de dicho vertedero se midió dando las siguientes medidas: Lado a 1.20 m. y por el lado b 0.96 m. el lado c 1.8 m. determinar el ángulo ( $\alpha$ ) de dicho vertedero.

Desarrollo



1. Se calcula la mitad del lado ( $a$ ) =  $\frac{a}{2} = \frac{1.20\text{m}}{2} = 60 \text{ cm.}$  luego convierto cm. a m. =  $(60\text{cm.} \div 100 \text{ cm.}) = 0.6 \text{ m.}$

2. Hallamos el ángulo  $\beta = \left(\frac{a/2}{c}\right) = \frac{0.6\text{m}}{1.8 \text{ m.}} = 0.33$  ( $\frac{\text{Opuesto (lado)}}{\text{Hipotenusa}}$ )

3. Hallamos el valor del ángulo grado  $\beta = (\text{Sen}^{-1} 0.33) = 19.26.$

4. Hallamos el valor del ángulo  $\alpha = (2\beta) = 38.52.$

$$\frac{a}{2} = \frac{1.20\text{m}}{2} = 60 \text{ cm.} \quad (60\text{cm.} \div 100 \text{ cm.}) = 0.6 \text{ m.}$$

$$\left(\frac{a/2}{c}\right) = \frac{0.6\text{m}}{1.8 \text{ m.}} = 0.33 = (\text{Sen}^{-1} 0.33) = 19.26. \quad (2\beta) = 19.26 \times 2 = 38.52.$$

**Caudales:** Formas de medir caudales:

- Llenado un tanque o recipiente = Volumen (V) x Tiempo (T).
- En ríos y canales: Velocidad media ( $V_m$ ) y Velocidad superficial ( $V_s$ )
- Área transversal (Ancho (a) x alto (h)) y constante (0.8).

|        |  |                                    |
|--------|--|------------------------------------|
|        | REVISÓ                                 | APROBÓ                             |
| FECHA: | 15-12-2016                             | 15-12-2016                         |
| CARGO: | Subgerente General (Técnico Operativo) | Jefe oficina asesora de planeación |

$$V_s = \frac{\text{Largo}}{\text{Tiempo}} \left( \frac{L}{T} \right)$$

$$V_m = V_s \times 0.8 =$$

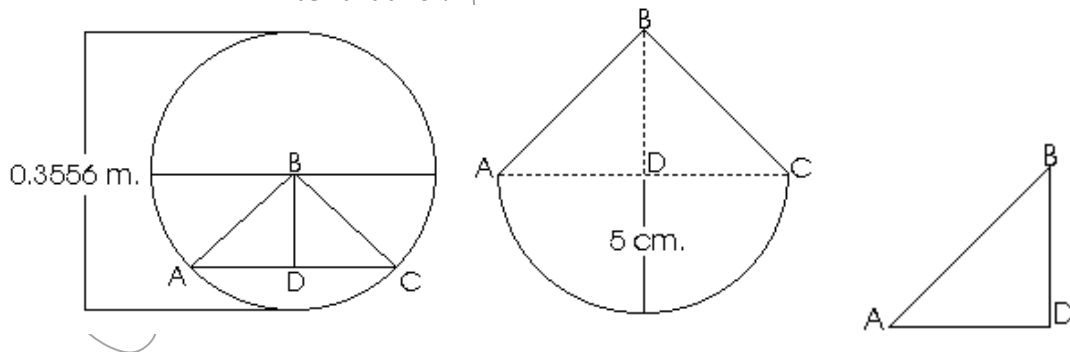
$$Q = V_m \times A = (\text{Velocidad media por área})$$

**Ej.** Si a: 1.20 y h: 0.74 el área es igual  $(1.2 \times 0.74) = 0.84 \text{ m}^2$ .  $A \cong (a \times h)$

**Ej.** Se desea calcular el Q en L/s en una tubería de 14' de diámetro la altura (a) del agua es de 5 cm. Se tomaron 2 puntos distantes de 20 m. y se colocó un objeto flotante que demoró 25 segundos.

**Nota:** Para pasar de pulgadas a centímetros (cm.) se multiplica por 2.54 (cm. x pulgada) y para pasar centímetros a pulgadas se divide (cm. ÷ pulgada) = cm. ÷ 2.54  $\frac{\text{cm.}}{2.54}$ .

Desarrollo.



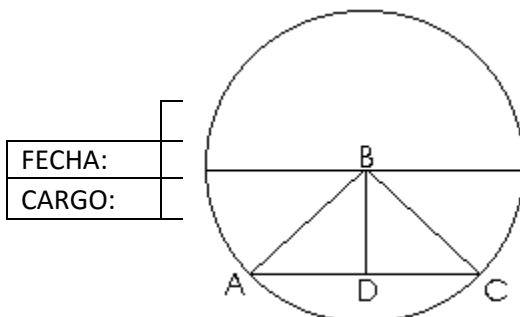
$$V_s: 0.8 \text{ m}^3/\text{s}.$$

$$V_m: 20.8 \text{ m}^3/\text{s}.$$

$$D: 35.56 \text{ cm.} = 0.3556 \text{ m.}$$

$$r: 17 \text{ cm.} = 0.1778 \text{ m.}$$

1. Se determina velocidad superficial ( $V_s$ ) =  $\left( \frac{\text{Largo}}{\text{Tiempo}} \right) = \frac{20 \text{ m.}}{25 \text{ seg.}} = 0.8 \text{ m/s}$
2. Se determina Velocidad media ( $V_m$ ) =  $V_s \times 0.8 = (0.8 \text{ m/s} \times 0.8) = 0.64 \text{ m/s}$ .
3. se dibuja circunferencia del tubo:



|        |  |
|--------|--|
| FECHA: |  |
| CARGO: |  |

|            |                                    |
|------------|------------------------------------|
|            | APROBÓ                             |
|            | 15-12-2016                         |
| Operativo) | Jefe oficina asesora de planeación |

$$(\text{Radio } (r) = \text{Diámetro } (D) \div 2) \quad r = \frac{D}{2}$$

4. Se convierten pulgadas (pulg.) a centímetros (cm.), a metros (m).

$$(14' \times 2.54 \text{ cm.} = 35.56 \text{ cm.}) \quad (35.56 \text{ cm.} \div 100 \text{ cm.} = 0.3556 \text{ m.})$$

5. Ubicamos los datos en la circunferencia (que dibujamos) altura (A) de agua, unimos centros con altura de agua y los identificamos con letras.

6. Asignamos valores a distancias de la figura:

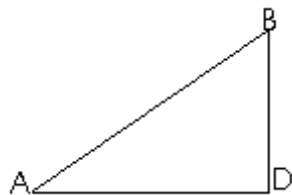
$$AB = 0.1778.$$

$$BC = 0.1778.$$

$$BD = ((r) 0.1778 - 0.05 \text{ m}) = 0.1278 \text{ m.}$$

Radio - Altura de agua

7. Dibujamos un triángulo para determinar el lado que no conocemos.



$$= AD^2 = AB^2 - BD^2 = 0.015282 \text{ m}^2.$$

$$AD^2 = (0.1778)^2 - (0.1278)^2 = 0.15282 \text{ m}^2.$$

$$AD^2 = (0.031612) - (0.1633) = 0.15282 \text{ m}^2.$$

$$AD = \sqrt{0.15282 \text{ m}^2} = (AD = 0.1236)$$

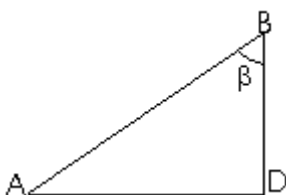
8. Calculamos el valor AC = (Se multiplica AD x 2)  $0.1236 \times 2 = 0.2472$ .

9. Hallamos el área del triángulo que es = base x altura  $\div 2$   $\left(\frac{b \times h}{2}\right)$

$$A = \frac{0.2472 \text{ m.} \times 0.1278 \text{ m.}}{2} = 0.1579 \text{ m}^2.$$

$$(A = 0.1579 \text{ m}^2)$$

10. Hallamos el ángulo ( $\beta$ ) y sacamos el ángulo ( $\alpha$ ):



$$\text{Sen}^{-1} \beta = \frac{AD}{AB} = \frac{0.1236 \text{ m.}}{0.1778 \text{ m.}} = 0.6951 \text{ m.}$$

$$\beta = \text{Sen}^{-1} 0.6951 = 44.035$$

|        |  |                                    |            |
|--------|--|------------------------------------|------------|
| FECHA: | 15-12-2016                             | APROBÓ                             | 15-12-2016 |
| CARGO: | Subgerente General (Técnico Operativo) | Jefe oficina asesora de planeación |            |

$$\alpha = 2\beta = (2 \times 44.035) = 88.07$$

11. Calculamos el área del sector circular =  $\frac{\pi \times r^2 \times \alpha}{360}$

$$(\text{Área circular}) A_c = \frac{3.1416 \times (0.1778)^2 \times 88.07}{360} = 0.02429 \text{ m}^2$$

12. Calcular el Área Húmeda ( $A_H$ ) =  $A_{sc} - A$  (Área sector circular menos área den triángulo)

$$A_H = 0.02429 \text{ m}^2 - 0.01579 \text{ m}^2 = 0.0085 \text{ m}^2 \quad (A_H = 0.0085 \text{ m}^2)$$

13. Calculamos el caudal ( $Q$ ) =  $Q = (V_m \times A_H)$  = (Velocidad media x área húmeda)

$$Q = 0.64 \text{ m/s} \times 0.0085 \text{ m}^2 = 0.00544 \text{ m}^3/\text{s} \text{ y lo pasamos a litros x segundo (L/s)}$$

$$0.00544 \times 1000 = 5.44 \text{ L/s} \quad Q = 5.44 \text{ L/s.}$$

### Vertederos Rectangulares:



$$Q = 1.84 \times L \times H^{3/2}$$

$Q$  = Caudal.

**1.84** = Constante.

**L** = Ancho en m.

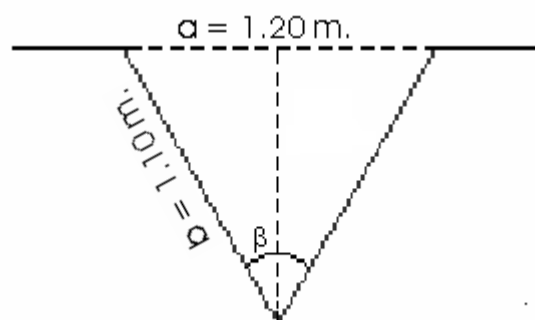
**H** = Altura de agua.

**Ej.** Se encontró un vertedero rectangular de las siguientes medidas: ancho ( $L$ ): 30cm. y una altura ( $H$ ) de agua de 12cm. ¿Cuál es su caudal ( $Q$ )?

$$R: Q = 1.84 \times 0.3 \times 0.12^{3/2} \times 1000 = 22.3 \text{ L/s.}$$

**Ej.** Se encontró un vertedero triangular y se quería calibrar pero no se sabia el ángulo, se midió dando las siguientes medidas: Por el lado a: 1.20 m. y por el lado b: 1.10 m.

### Desarrollo



|        |               |
|--------|---------------|
| FECHA: |               |
| CARGO: | Subgerente Ge |

|                     |
|---------------------|
| PROBÓ               |
| 12-2016             |
| esora de planeación |

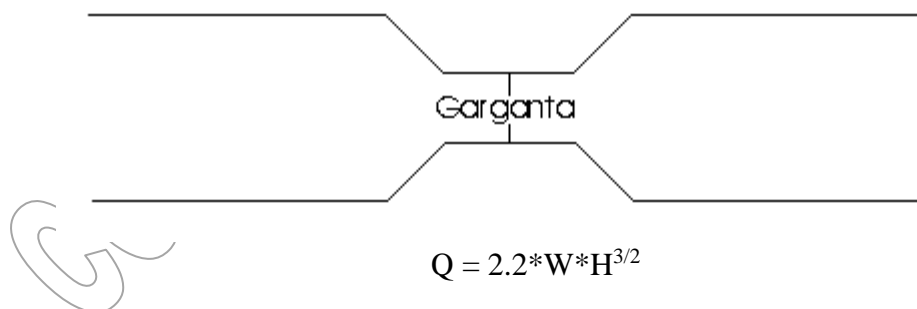


1. Se calcula la mitad del lado ( $\alpha$ ) =  $\alpha / 2 = 1.20 \text{ m.} \div 2 = 0.6 \text{ m.}$  ( $\alpha / 2 = 0.6 \text{ m.}$ ).
2. Se traza línea del centro del vértice hacia la línea lado  $\alpha$  y se ubica el ángulo ( $\beta$ ) ( $\alpha - \beta$ ).
3. Hallamos el seno del ángulo ( $\alpha$ ) Beta( $\beta$ ) que es =  $(\frac{\alpha/2}{b}) = \frac{0.6}{1.1} = 0.5454 \text{ m.}$
4. Hallamos el valor del ángulo ( $\alpha$ ) Beta( $\beta$ ) =  $(\text{Sen}^{-1} 0.5454) = 33.05^\circ$
5. Hallamos el ángulo ( $\alpha$ ) total que es =  $(\alpha = 2\beta) = 33.05^\circ \times 2 = 66.1^\circ$

### Medición de caudal en canaleta Parshall

Que es una canaleta Parshall?

Es una estructura en la cual se reduce gradualmente su ancho hasta llegar a la garganta, luego se amplía hasta su ancho original.



Ej.

| W  | Q<br>MAXIMA |        | CAPACIDAD (L/S)<br>MINIMA |      |
|----|-------------|--------|---------------------------|------|
|    | 3"          | 176.52 | *H1.55                    | 31   |
| 6" | 381.3       | *H1.58 | 110                       | 1.42 |
| 9" | 535.36      | *H1.53 | 249                       | 2.55 |

|        | REVISÓ                                 | APROBÓ                             |
|--------|--|------------------------------------|
| FECHA: | 15-12-2016                             | 15-12-2016                         |
| CARGO: | Subgerente General (Técnico Operativo) | Jefe oficina asesora de planeación |

### Conversión De Unidades

Para convertir metros a: se divide Para convertir de metros a:..... se multiplica.

1 metro es:

|  | Hg.    | Km.   | Hm.  | Dm. | dm. | cm. | mm.  |
|--|--------|-------|------|-----|-----|-----|------|
|  | 0,0001 | 0,001 | 0,01 | 0,1 | 10  | 100 | 1000 |
|  |        |       |      |     |     |     |      |
|  |        |       |      |     |     |     |      |
|  |        |       |      |     |     |     |      |

“Para convertir pulgadas centímetros se multiplica x 2.54 y para convertir centímetros a pulgadas se divide”

#### Ej.

Convertir 8 km. a cm. = 8 km. x 1000 m. = 8000 m. x 100 cm. = 800,000 cm.

Convertir 3 Dm. a mm. = 30 m. X 1000cm = 30,000 mm.

Convertir 8420 cm. a m. = 8420 cm. ÷ 100cm = 84.2 m.

Convertir 3210 dm. A Km. = 3210 dm. ÷ 10000 km = 0.321 km.

#### Fórmulas de conversión de medidores de caudal:

- Vertederos rectangulares:  $Q = 1.84 * L * H^{3/2}$ .
- Vertederos triangulares:  $Q = 1.25 * H^{5/2}$  (Para ángulos (q) de 90°)  
**Nota:** Para otros valores de ángulos (q) el valor de Q se debe multiplicar por  $\tan q/2$ .
- Canaleta Parshall:  $Q = 2.2 * W * H^{3/2}$

Estas formulas tenemos:

$$Q = m^3/s$$


L = Ancho del vertedero en m.

H = altura de la lamina de agua.

q = Angulo del vertedero en grados.

W = Ancho de la garganta canaleta parshall.

|        | REVISÓ                                 | APROBÓ                             |
|--------|--|------------------------------------|
| FECHA: | 15-12-2016                             | 15-12-2016                         |
| CARGO: | Subgerente General (Técnico Operativo) | Jefe oficina asesora de planeación |

|   |  |   |                      |
|---|--|---|----------------------|
|  | <b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN<br/>MECI - CALIDAD - SISTEDA</b> | <b>MANUAL<br/>OPERACIÓN PLANTA DE<br/>TRATAMIENTO SURBA</b> |                      |
|   | <b>PROCESO:<br/>GESTION DE LA COBERTURA</b>                      | <b>CÓDIGO: M-GCB-01</b>                                     | <b>VERSIÓN: 2</b>    |
|   |  | <b>FECHA: 15-12-2016</b>                                    | <b>PÁG. 32 DE 32</b> |

### **Caudal:**

¿Qué es caudal?: Caudal es un volumen en la unidad de tiempo.

¿Qué es golpe de ariete?: Es una contrapresión.

¿Sulfato?: Sirve para neutralizar las cargas de las partículas coloides que vienen disueltas en el agua.

¿Cloro?: Sirve para eliminar bacterias patógenas (que producen enfermedades)

Dosificación sólida: Gravimétrica.

Dosificación líquida: Volumétrica.

### **Ejercicios d Evaluación:**

Pasar:

- 24 pulgadas a: 0.61 m.

- 350 cm. a: 0.035 Km.

- 26 Dm<sup>2</sup> a: 260000 mm<sup>2</sup>.

- 349 m<sup>3</sup>/h a: 96.94 L/s.

### **Volumen:**

De un tanque de 10 m. De diámetro y 5 de altura:  $\pi * r^2 * h = 392.7 \text{ m}^3$ .

De un tanque de 6 m. de largo, 3 m. de ancho y 2.5 m. de alto:  $L * A * h = 45 \text{ m}^3$ .

De un tanque cuadrado de 4m. de lado y 3.5 m. de alto:  $L * L * L = 56 \text{ m}^3$ .

### **Vertederos:**

El caudal de un vertedero 90° y 30 cm. de altura =  $Q = 1.25 * H^{5/2} = 61.6 \text{ L/s}$ .

El caudal de un vertedero de 60° y 25 cm. de altura:

El caudal de un vertedero rectangular de 50 cm. de ancho y 20 cm. de altura:

8.22 L/s.

Se tiene un caudal de 120 L/s se hizo una prueba de jarras y la dosis óptima nos do 30mg/L. Determinar la dosificación en g/min. ?.

|        |  |                                    |
|--------|--|------------------------------------|
|        | REVISÓ                                 | APROBÓ                             |
| FECHA: | 15-12-2016                             | 15-12-2016                         |
| CARGO: | Subgerente General (Técnico Operativo) | Jefe oficina asesora de planeación |