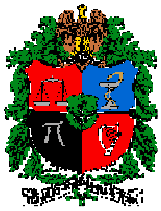
EVALUACIÓN DEL PROCESO DE COAGULACIÓN – FLOCULACIÓN DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE

Hernán Alonso Restrepo Osorno



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

SEDE MEDELLÍN

FACULTAD DE MINAS

2009

Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN 4

1 OBJETIVOS 6

1.1 General 6

1.2 Específicos 6

2 MARCO TEÓRICO 7

2.1 Coagulación 7

2.1.1 Definición 7

2.1.2 Teoría de la Coagulación 7

2.1.3 Factores que influyen en la Coagulación 8

2.1.4 Clases de Coagulantes 9

2.2 Floculación 10

2.2.1 Definición 10

2.2.2 Cinética de la Floculación 10

2.2.3 Factores que influyen en la Floculación 11

2.3 Prueba de Jarras 12

2.4 Electrocoagulación 12

2.4.1 Aspectos técnicos generales 12

2.4.2 Fundamentos teóricos 14

2.4.2.1 Fuente de Poder de Corriente Continua 15

2.4.3 Alcances técnicos de la Electrocoagulación 15

2.4.4 Fenómenos producidos durante la electrólisis 16

2.5 Potencial Z 17

2.5.1 El Balance de Repulsión y Atracción 17

2.5.2 Efecto de Tipo y Concentración de Electrolitos 19

2.5.3 Aplicación del Potencial Zeta en la Coagulación del Agua 19

2.5.3.1 Control del Potencial Zeta sobre el contenido de Alumbre 20

3 Materiales y Métodos 21

3.1 Caracterización del Agua Cruda 21
3.2 Procedimientos de Coagulación 21
3.2.1 Selección del Coagulante 21
3.2.2 Dosis óptima de coagulante 21
3.2.3 Corrección de pH 21
3.3 Procedimientos de Floculación 22
3.3.1 Parámetros óptimos de la Floculación 22
3.4 Materiales utilizados 23
4 Resultados y Discusión 24
4.1 Caracterización del Agua Cruda 24
4.2 Selección del Coagulante 25
4.3 Dosis Óptima del coagulante 28
4.4 Parámetros óptimos de Floculación 29
5 Conclusiones 33
6 Recomendaciones 34
7 Bibliografía 35

INTRODUCCIÓN

Las comunidades colombianas se enfrentan hoy al reto de mejorar sus sistemas de potabilización de agua acorde con el Decreto 475 de 1998, en el cual se expiden normas técnicas de calidad del agua potable, el Decreto 1575 de 2007, en el cual se establece un sistema para la protección y control de la calidad del agua para consumo humano, así mismo la resolución 2115 de 2007, por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano.

Esta evolución en materia de legislación redefinió los valores admisibles a unos valores más restrictivos, en los cuales se debe mantener el agua para ser de alta calidad y para que no represente ningún daño para el ser humano.

En la actualidad, el creciente interés por el tema ambiental y de salud pública, los estándares internacionales de calidad y medio ambiente ha motivado el surgimiento de nuevas normas que implican una evaluación de los procesos existentes de potabilización y una mayor exigencia ambiental a los nuevos proyectos.

El continuo desarrollo tecnológico e investigativo nos obliga a evolucionar los procesos de tratamientos de aguas. Es importante evaluar nuevos productos que han sido desarrollados con el fin de mejorar el proceso de potabilizar agua “cruda”, como también dar a conocer importantes desarrollos tecnológicos en cuanto a nuevos equipos y diferentes alternativas para el tratamiento del agua cruda. Todo esto con el fin de dar un diagnóstico del funcionamiento actual del proceso.

El proceso de potabilizar agua “cruda” puede verse como una serie de subprocesos acoplados entre sí. Una posible agrupación y algunos de los principales campos actuales de investigación en Ing. Química para cada subproceso son:

- Captación de Agua Cruda
- Coagulación – Floculación
- Adsorción
- Sedimentación
- Filtración
- Oxidación de Hierro y Manganeso
- Desinfección
- Ajuste de pH y remineralización

Para una empresa como Cervecería Unión S.A., cuyo principal recurso es el agua proveniente de la quebrada Doña María, es de gran importancia evaluar el sistema de tratamiento de agua potable con el fin de establecer la calidad de agua con la que se están elaborando sus productos.

La cuenca de la quebrada Doña María es considerada por su tamaño y la longitud de su cauce como la Cuenca Mayor del municipio de Medellín. Administrativamente su territorio en la parte alta y media está conformado por el corregimiento de San Antonio de Prado, la parte baja alberga al municipio de Itagüí.

La parte alta de la cuenca se caracteriza por estar dedicada a la explotación forestal y a la ganadería, las actividades que se realizan conllevan una alta tecnología tanto para la explotación de diferentes tipos de madera, como para el mejoramiento de pastos y ganado tanto vacuno como porcino.

La parte media y baja es la que soporta el mayor conglomerado humano, tanto por Itagüí, como por San Antonio de Prado cuyo casco urbano ha presentado gran crecimiento en los últimos años.

Es desde el casco urbano del corregimiento que la quebrada comienza su deterioro principalmente por el vertimiento de aguas residuales domésticas.

Cervecería Unión cuenta con un sistema potabilización que consta de los siguientes procesos: Captación, conducción, tanque desarenador, coagulación, floculación, filtración, desinfección, almacenamiento y distribución.

Este proyecto se centró en el subproceso de Coagulación – Floculación, evaluando los siguientes aspectos:

- Nuevos coagulantes: Determinar qué tipo de coagulantes son más eficaces para el tipo de agua que se está tratando. Coagulantes convencionales (Sulfato de Aluminio y Cloruro Férrico) comparados con nuevos coagulantes (Sales polihidroxiladas, polímeros, entre otros).

- Criterios para la utilización de polímeros ayudantes de floculación.

- Nuevas tendencias en el subproceso de Coagulación – Floculación tales como Electrocoagulación, Potencial Zeta.

Este trabajo se inicia con una caracterización del agua cruda, con el fin de identificar el nivel de contaminación que presenta, es decir, la cantidad de materia orgánica y los diferentes compuestos químicos que contiene.

El siguiente paso es predecir las condiciones de coagulación. Para predecir las condiciones de coagulación no es suficiente el análisis del agua cruda, la coagulación química y la dosificación de reactivos se seleccionó mediante la simulación del paso de clarificación en un laboratorio a escala.

De acuerdo con los resultados se hacen algunas recomendaciones. Sin embargo se procede a evaluar los reactivos actuales y proponer las posibles mejoras.

Por último se presenta un resumen de los nuevos métodos para el proceso de Coagulación – Floculación, haciendo una comparación teórica entre estos nuevos métodos y el proceso utilizado actualmente.

Según la información recopilada, es de destacar que nunca se ha presentado incumplimiento en las normas existentes en cuanto a la calidad del agua potable. Esto se debe en gran parte a los altos estándares internos de calidad y a la importante gestión realizada en planta. Es por esto que es importante evaluar el funcionamiento de la planta y poder continuar con tan excelentes resultados.

1 OBJETIVOS

1.1 General

Determinar qué tipo de coagulantes son más eficaces para el agua utilizada y establecer criterios adecuados para la aplicación de polímeros ayudantes de floculación.

1.2 Específicos

- Realizar ensayos a escala de laboratorio con coagulantes como Sulfato de Aluminio tipo B, Ultrión 8157, Polisulfato de Aluminio, Policloruro de Aluminio, Hidroxicloruro de Aluminio, para determinar cuál de ellos presenta mejores resultados en el proceso de Coagulación-Floculación.
- Mejorar el uso de los coagulantes convencionales utilizados actualmente en la planta.
- Hacer una comparación teórica entre nuevas tendencias de Coagulación – Floculación como Electrocoagulación, Potencial Zeta y el proceso utilizado actualmente.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Coagulación

2.1.1 Definición

La coagulación puede entenderse como la desestabilización eléctrica de algunas partículas media te la adición de sustancia químicas que son los coagulantes. Esta operación se efectúa en unidades y tanques de mezcla rápida, en los cuales el agua se somete a agitación muy intensa para formar una solución homogénea de los coagulantes con el agua en el menor tiempo posible [43].

Este proceso se usa para:

- Remoción de turbiedad orgánica o inorgánica que no se puede sedimentar rápidamente.
- Remoción de color verdadero y aparente.
- Eliminación de bacteria, virus y organismos patógenos susceptibles de ser separados por coagulación.
- Destrucción de algas y plancton en general.
- Eliminación de sustancias productoras de sabor y olor, en algunos casos de precipitados químicos suspendidos en otros.

El uso de cualquier otro proceso para la remoción de partículas muy finas, como la sedimentación simple, resulta muy poco económico y en ocasiones imposible, debido al alto tiempo requerido [5].

Para la evaluación de este proceso es necesario tener en cuenta las características físicas y químicas del agua, la dosis del coagulante, la concentración del coagulante, el punto de aplicación del coagulante, la intensidad y el tiempo de mezcla y el tipo de dispositivo de mezcla.

2.1.2 Teoría de la Coagulación

Las partículas que forman la turbiedad y el color de las aguas naturales, poseen cargas eléctricas que normalmente son negativas, pero como también existen cargas eléctricas

positivas, se puede afirmar que el agua y las soluciones son eléctricamente neutras. Las cargas eléctricas de las partículas generan fuerzas de repulsión entre ellas, por lo cual se mantienen suspendidas y separadas en el agua. Es por esto que dichas partículas no se sedimentan.

El conjunto formado por estas partículas constituye un sistema coloidal, formado por una doble capa de iones[1], el cual es sometido a un potencial en la superficie inferior del doble lecho, denominado *potencial Z*. Este potencial tiene un valor crítico, por encima del cual los coloides son estables, y por debajo de él, la repulsión en las partículas se reduce a un grado tal que chocando con cierta velocidad pueden unirse y flocular. El problema en la coagulación consiste en disminuir el potencial Z por uno de los siguientes métodos:

- Coagulación por neutralización de la carga: Esta se realiza cuando coloides de diferente signo se mezclan en el agua. Esto es lo que sucede cuando se agrega alumbre o sales de hierro al agua.
- Coagulación por disminución del espesor de la doble capa (distancia d). Al incrementarse la concentración de iones en el agua la "distancia d" disminuye, hasta hacer el valor del potencial Z inferior al punto crítico.

El fenómeno de la desestabilización se efectúa mediante una serie de reacciones químicas bastante complejas, de las cuales algunas no se han podido entender lo suficiente. Dentro de esas reacciones se encuentran las que se efectúan con las diversas formas de alcalinidad, por lo cual su contenido disminuye. Además, algunas de estas reacciones producen CO_2, cuyo efecto consiste fundamentalmente en el incremento de la acidez del agua y por consiguiente la disminución del pH [43].

2.1.3 Factores que influyen en la Coagulación

- ***Valencia:*** Entre mayor sea la valencia del ion, más efectivo resulta como coagulante.
- ***Capacidad de cambio:*** Es una medida de la tendencia a remplazar cationes de baja valencia por otros de mayor valencia, provocando la desestabilización y aglomeración de partículas en forma muy rápida.

[1] Modelo de Stern, 1924

- ***Tamaño de las partículas:*** Las partículas deben poseer el diámetro inferior a una micra. Las partículas con diámetro entre una y cinco micras, sirven como núcleos de floc, en cambio de diámetro superior a cinco micras, son demasiado grandes para ser incorporadas en el floc.

- ***Temperatura:*** La temperatura cambia el tiempo de formación del floc, entre más fría el agua, la reacción es más lenta y el tiempo de formación del floc es mayor.

- ***Concentración de iones H^+ o pH***: Para cada coagulante hay por lo menos una zona de pH óptima, en la cual una buena floculación ocurre en el tiempo más corto y con la misma dosis de coagulante.

- ***Relación cantidad-tiempo:*** La cantidad de coagulante es inversamente proporcional al tiempo de formación del floc.

- ***Alcalinidad:*** La alcalinidad guarda la relación con el pH y por lo tanto el contenido de alcalinidad del agua es uno de los factores por considerar en la coagulación.

2.1.4 Clases de Coagulantes

Los coagulantes que se utilizan en la práctica para agua potable son los siguientes:

- ***Sales de Aluminio:*** Forman un floc ligeramente pesado. Las más conocidas son: El Sulfato de Aluminio, $Al_2(SO_3) \cdot 14H_2O$, que en la práctica se le denomina como Alumbre; el Sulfato de Aluminio Amoniacal y el Aluminato Sódico. El primero es el que se usa con mayor frecuencia dado su bajo costo y manejo relativamente sencillo.

- ***Sales de Hierro:*** Se utiliza el Cloruro Férrico, $FeCl_3$, y los Sulfatos de Hierro Férrico y Ferroso, $Fe(SO_4)_3$ y $FeSO_4$. Forman un floc más pesado y de mayor velocidad de asentamiento que las sales de aluminio.

- ***Polímeros o polielectrolitos:*** Son compuestos complejos de alto peso molecular que se utilizan no propiamente como coagulantes sino como ayudantes de coagulación. La dosificación de estas sustancias se lleva a cabo en concentraciones muy bajas, lo cual es una gran ventaja y compensa el costo del polímero. Están siendo ampliamente empleados en el tratamiento de aguas potables ya que se produce una menor cantidad de lodos, adicionalmente el lodo producido es más fácilmente tratable.

2.2 Floculación

2.2.1 Definición

La floculación consiste en la aglomeración, mediante la agitación moderada del agua, de las partículas que se desestabilizaron durante la coagulación, formando otras de mayor tamaño y peso específico –flóculos- [43].

Los objetivos básicos de la floculación son reunir microflóculos para formar partículas con peso específico superior al del agua y compactar el flóculo disminuyendo su grado de hidratación para producir baja concentración volumétrica, lo cual produce una alta eficiencia en los procesos posteriores como sedimentación y filtración.

2.2.2 Cinética de la Floculación

Tan pronto como se agregan coagulantes a una suspensión coloidal, se inician una serie de reacciones hidrolíticas que adhieren iones a la superficie de las partículas presentes en la suspensión, las cuales tienen así oportunidad de unirse por sucesivas colisiones hasta formar flóculos que crecen con el tiempo.

La rapidez con que esto ocurre depende del tamaño de las partículas con relación al estado de agitación del líquido, de la concentración de las mismas y de su “grado de desestabilización”, que es el que permite que las colisiones sean efectivas para producir adherencia.

Los contactos pueden realizarse por dos modos distintos:

- ***Floculación Pericinética:*** Contactos por bombardeo de las partículas producidos por el movimiento de las moléculas del líquido (movimiento browniano) que sólo influye en partículas de tamaños menores a un micrón. Sólo actúa al comienzo del proceso, en los primeros 6 a 10 s y es independiente del tamaño de la partícula.

- ***Floculación Ortocinética:*** Contactos por turbulencia del líquido, esta turbulencia causa el movimiento de las partículas a diferentes velocidades y direcciones, lo cual aumenta notablemente la probabilidad de colisión. Efectivo sólo con partículas mayores a un micrón. Actúa durante el resto del proceso, de 20 a 30 min.

2.2.3 Factores que influyen en la Floculación

- ***Concentración y naturaleza de las partículas***

La velocidad de formación del floc es proporcional a la concentración de partículas en el agua y del tamaño inicial de estas.

- ***Tiempo de detención***

La velocidad de aglomeración de las partículas es proporcional al tiempo de detención. Debe estar lo más cerca posible al óptimo determinado por medio de ensayos de jarras, esto se puede lograr dividiendo la unidad de floculación en cámaras. Se puede decir que una eficiencia dada, se obtiene en tiempos cada vez menores a medida que se aumenta el número de cámaras de floculación en serie. Por razones de orden práctico el número de cámaras no puede ser muy grande, estableciéndose un mínimo de tres (3) unidades.

- ***Gradiente de velocidad***

Este es un factor proporcional a la velocidad de aglomeración de las partículas. Existe un límite máximo de gradiente que no puede ser sobrepasado, para evitar el rompimiento del floc. El gradiente a través de las cámaras debe ser decreciente y no se deben tener cámaras intermedias con gradientes elevados.

2.3 Prueba de Jarras

La coagulación química y la dosificación apropiada de reactivos deben ser seleccionadas por la simulación del paso de clarificación en un laboratorio a escala. La Prueba de Jarras es la que mejor simula la química de la clarificación y la operación llevada a cabo. Un arreglo simple de vasos de precipitado y paletas permite comparar varias combinaciones químicas, las cuales todas están sujetas a condiciones hidráulicas similares.

Esta prueba se realiza con el fin de determinar la concentración óptima de coagulante necesaria para obtener un floc de las mejores características.

2.4 Electrocoagulación

La coagulación y la floculación son los métodos más tradicionales para el tratamiento de las aguas residuales, por esta razón se viene presentando una alternativa innovadora, la “Electrocoagulación”, donde un ánodo de sacrificio dosifica el metal electroquímico (catión) al agua. La Electrocoagulación utiliza corriente continua para desprender el catión activo del ánodo de sacrificio, el que reacciona con los iones Hidroxilos que se forman en el cátodo, desestabilizando los contaminantes suspendidos, emulsionados o disueltos en medio acuoso. Finalmente, los materiales coloidales se aglomeran para ser eliminados por flotación o por decantación.

Este sistema ha demostrado que puede manejar una gran variedad aguas residuales, tales como: Residuos de Papeleras, Galvanoplastias, Curtiembres, Agroindustrias, Efluentes con contenido de cromo, plomo y mercurio; además de las aguas servidas domésticas, entre otras.

2.4.1 Aspectos técnicos generales

La Coagulación Eléctrica pertenece a una rama de la Electroquímica, siendo ésta la encargada de estudiar las reacciones químicas que producen los efectos eléctricos y los fenómenos químicos causados por la acción de las corrientes o voltajes en medios acuosos (solución). Estos medios acuosos deben cumplir con una característica fundamental, ser Conductores Eléctricos.

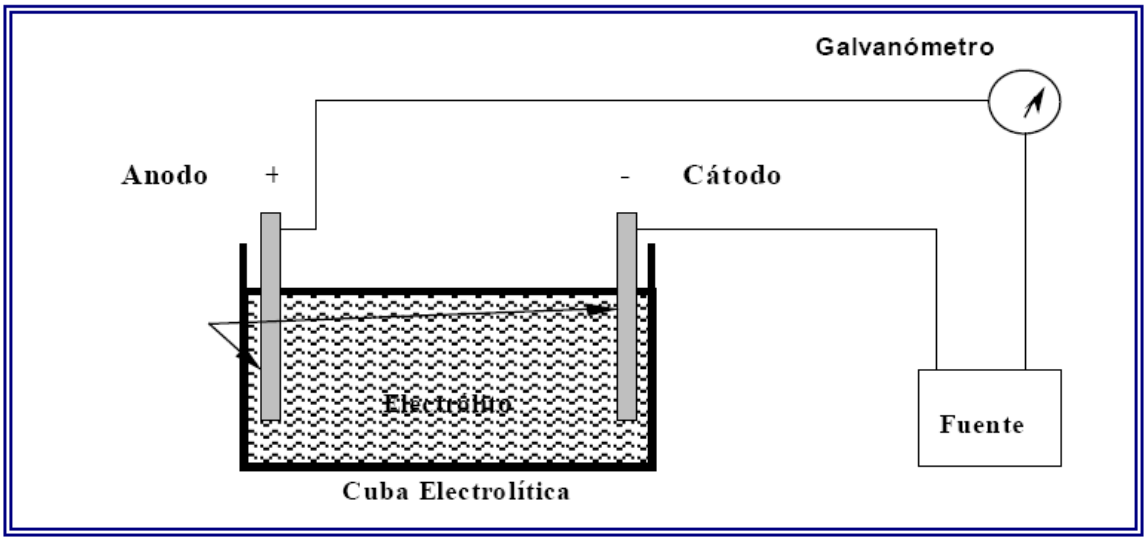


Figura 1: Representación gráfica de una celda electrolítica

La coagulación se produce en la primera etapa, dando inicio al post-tratamiento, siendo además, la etapa más importante. Este sistema tiene como protagonista principal una componente llamada “Celda de Electrocoagulación”, la que está compuesta por Electrodos Atacables o Solubles inmersos en un Dieléctrico y una Fuente de Poder de corriente continua.

La coagulación se produce en esta etapa, específicamente al interior de la Celda Electrolítica con la desestabilización y coagulación simultánea de los coloides producto de la aplicación de una diferencia de potencial, a través de pares de Electrodos Atacables o Solubles (cátodo/ánodo) de Aluminio o Fierro comercial sumergidos en un Dieléctrico y conectados a una Fuente de Poder, siendo el ánodo (+) el que aporta la especie catiónica como Fe^{+3} o Al^{+3} (Agentes Coagulantes) dependiendo del caso, el que se unirá por enlaces iónicos a los coloides cargados opuestamente.

En pocas palabras, la coagulación se produce gracias a un fenómeno llamado Electrólisis, el cual genera reacciones de óxido-reducción en sus ánodos y cátodos respectivamente, producto de la energía eléctrica externa aplicada al conjunto de placas dispuestas alternadamente (+ - +) al interior de la celda de electrocoagulación.

Dentro de esta Celda de Electrocoagulación los electrodos están expuestos al “Ataque Electrolítico”, lo que trae como consecuencia, el desgaste de estos electrodos, producto de la migración de especies catiónicas al cátodo por diferencias de potencial.

2.4.2 Fundamentos teóricos

El fundamento teórico de la ELECTROCOAGULACIÓN, consiste en una serie de reacciones redox que ocurren al interior de una Celda Electrolítica donde la coagulación y desestabilización de coloides ocurren simultáneamente; a diferencia de la alternativa química, que consiste en la formación de coágulos debido a la unión de coloides, formando masas de tamaño considerable, para luego separarlas del agua mediante la adición de más químicos como el Sulfato de Aluminio, Cloruro Férrico, Polímeros, entre otros.

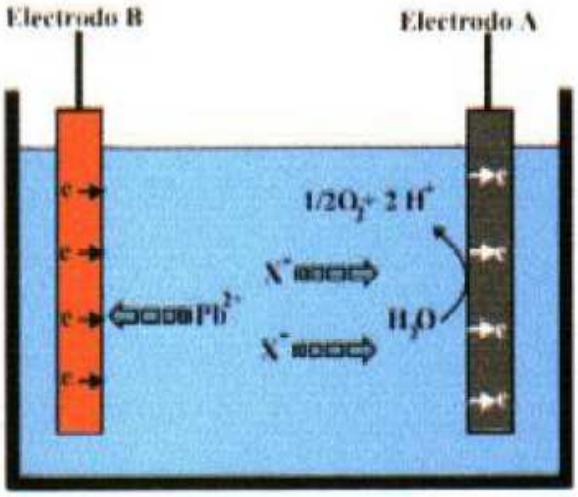


Figura 2: Coagulación y desestabilización de coloides por medio de una celda electrolítica

Es importante mencionar que el agua residual en la celda electrolítica (solución dieléctrica) está sometida a una electrólisis, la cual se ve favorecida por la presencia de sales en disolución, que posibilitan la conducción de electricidad y que están presentes en todas las aguas servidas e industriales. Esta conducción eléctrica se cuantifica a través de la Ley de Ohm, que señala, “Cuando una corriente eléctrica atraviesa un conductor, crea en éste una diferencia de potencial proporcional a la corriente”. A esta constante de proporcionalidad se le llama resistencia, la cual se mide en Ohms, según la siguiente relación:

$$V = I \; x \; R$$

Donde:

I: Representa la intensidad de la corriente que circula.

R: Representa la resistencia que ofrece el electrolito dentro de la celda.

Todos los fenómenos que ocurren al interior de la celda electrolítica se representan en forma general a través de la siguiente reacción redox:

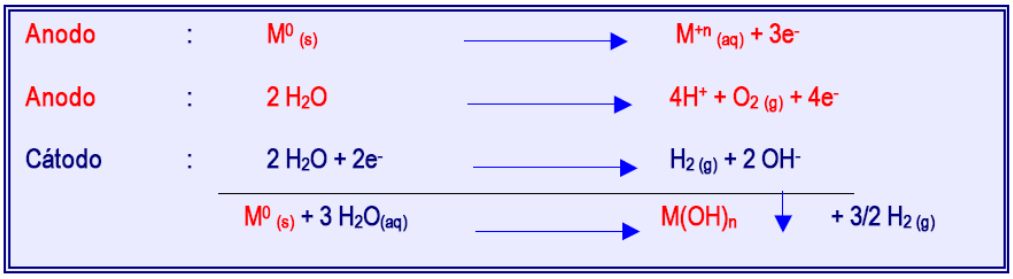


Figura 3: Esquema de la reacción Redox que ocurre en la celda electrolítica

2.4.2.1 Fuente de Poder de Corriente Continua

Su principal componente es un rectificador, que es capaz de transformar la corriente alterna en continua; también tiene un variador de voltaje [V] y amperaje [A] independientes entre sí. El voltaje se deja fijo, y debe ser regulado sólo el amperaje, por ser éste el que determina la migración de especies catiónicas del ánodo para que se produzca la electrólisis del agua, de esta manera se está generando OH^- y acelerando las reacciones de oxidación (óxido – reducción).

2.4.3 Alcances técnicos de la Electrocoagulación

El proceso de ELECTROCOAGULACION, comienza introduciendo una corriente eléctrica al agua, a través de placas dispuestas en forma paralela o tubular, generalmente hierro o aluminio. Estas reacciones simultáneas nos llevan a un estado de estabilidad, produciendo un sólido que menos coloidal y emulsionado (soluble) que el compuesto en los valores del equilibrio.

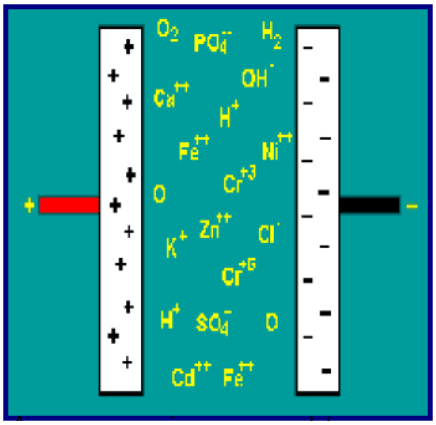


Figura 4: Introducción de corriente eléctrica por medio de placas de hierro o aluminio

A consecuencia y en el transcurso de dicho proceso electrolítico, las especies catiónicas producidas en el ánodo entran a la solución, reaccionando con las demás especies formando óxidos metálicos y precipitando los respectivos hidróxidos. En la electrocoagulación, a diferencia de la coagulación química, el catión proviene de la disolución del ánodo metálico, ya sea, Fierro o Aluminio.

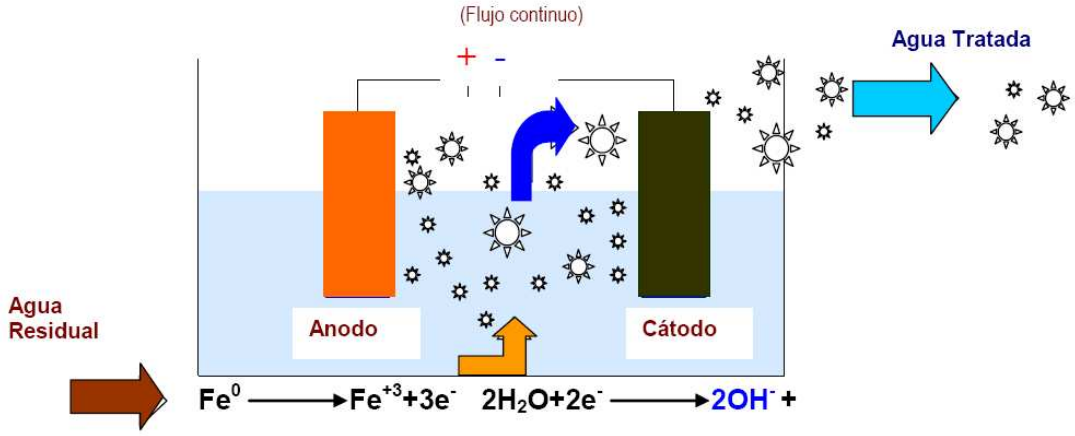


Figura 5: Diagrama de una celda de Electrocoagulación

2.4.4 Fenómenos producidos durante la electrólisis

Debido a esto se produce un desprendimiento de Hidrógeno y Oxígeno gaseoso en sus respectivos electrodos. Estos gases al ascender a la superficie provocan tres fenómenos:

a) Ocurre un proceso de Autolimpieza, debido a la velocidad del flujo, lo que provoca una fuerza de arrastre considerable capaz de remover las películas de coloides depositadas en los electrodos.

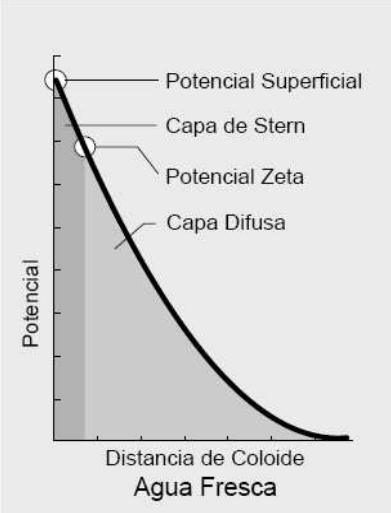
b) Al interior de la celda se favorece la Mezcla del RIL desestabilizado, ya que, por la presencia de los gases generados en la electrólisis, se producen corrientes ascendentes y descendentes de la solución, ocasionando una mayor probabilidad de contacto entre los coágulos formados. En algunos casos, esta agitación espontánea puede reemplazar una agitación mecánica externa.

c) Otra ventaja de este proceso, es que permite Elegir la Separación de Fases (clarificado – lodo), es decir, no sólo permite la extracción por sedimentación clásica, sino también, por flotación, debido a que los flóculos se saturan de gases provenientes del proceso de electrólisis.

2.5 Potencial Z

El coloide negativo y su atmósfera cargada positivamente producen un potencial eléctrico relativo a la solución. Este tiene un valor máximo en la superficie y disminuye gradualmente con la distancia, aproximándose a cero fuera de la capa difusa. La caída del potencial y la distancia desde el coloide es un indicador de la fuerza repulsiva entre los coloides en función de la distancia a las cuales estas fuerzas entran en juego.

Un punto de particular interés es el potencial donde se unen la capa difusa y la de Stern. Este potencial es conocido como el potencial zeta, el cual es importante porque puede ser medido de una manera muy simple, mientras que la carga de la superficie y su potencial no pueden medirse. El potencial zeta puede ser una manera efectiva de controlar el comportamiento del coloide puesto que indica cambios en el potencial de la superficie y en las fuerzas de repulsión entre los coloides.



Gráfica 1: Potencial Zeta contra Potencial Superficial

2.5.1 El Balance de Repulsión y Atracción

La teoría DLVO (llamada así por Derjaguin, Landau, Verwey y Overbeek) es la clásica explicación de los coloides en suspensión. Esta se basa en el equilibrio entre las fuerzas opuestas de repulsión electrostática y atracción tipo Van Der Waals y explica por qué algunos coloides se aglomeran mientras que otros no lo hacen. La repulsión electrostática llega a ser importante cuando los coloides se aproximan y la doble capa comienza a interferir. Se requiere energía para sobrepasar esta repulsión y forzar la unión entre las partículas. Esta energía aumenta fuertemente cuando las partículas se acercan. Se usa

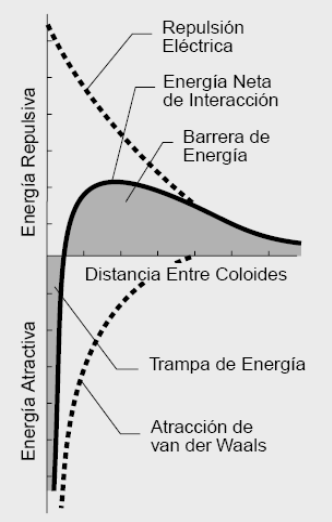
una curva de repulsión electrostática para indicar la cantidad de energía que hay que vencer para que las partículas puedan ser forzadas a juntarse. Esta energía llega a un valor máximo cuando las partículas están casi juntas y disminuye a cero fuera de la doble capa. Su valor máximo está relacionado con el potencial de la superficie.

La atracción de Van Der Waals entre los coloides es ciertamente el resultado de las fuerzas entre las moléculas individuales de cada coloide. El efecto es aditivo; o sea, una molécula del primer coloide experimenta la atracción de Van Der Waals de cada molécula del segundo coloide. Esto se repite para cada molécula del primer coloide y la fuerza total corresponde a la suma de todas ellas. Se usa una curva de energía de atracción para indicar la variación en las fuerzas de Van Der Waals con la distribución entre las partículas.

La teoría DLVO explica la tendencia de los coloides a aglomerarse o permanecer separados al combinar la atracción de Van Der Waals y la curva de repulsión electrostática: la curva combinada es llamada la *energía neta de interacción*. A cada distancia el pequeño valor se resta del mayor valor para dar la energía neta. El valor neto se representa entonces arriba si es repulsivo o abajo si es atractivo, y así se forma la curva.

La curva de interacción neta cambia siempre de atracción a repulsión y nuevamente a atracción. Si existe una zona repulsiva, entonces el punto de máxima energía de repulsión se llama la *barrera de energía*. La altura de esta barrera indica cuan estable es el sistema. Para aglomerar dos partículas que van a chocar estas deben tener suficiente energía cinética debido a su velocidad y masa, como para pasar sobre dicha barrera. Si la barrera desaparece, entonces la interacción neta es totalmente atractiva y consecuentemente las partículas se aglomeran. Esta región interna es referida como la *trampa de energía*, pues los coloides pueden considerarse como sistemas unidos por fuerzas de van der Waals.

Dependiendo de nuestros propósitos es posible alterar el entorno del coloide para aumentar o disminuir la barrera energética. Varios métodos pueden ser usados para este propósito, tales como cambios en la atmósfera iónica, el pH o agregando compuestos activos para afectar directamente la carga del coloide. En cada caso la medida del potencial zeta indicará el efecto de la alteración, principalmente en su estabilidad.



La curva de energía neta de interacción se forma al substraer la curva de attracción de la curva de repulsión.

Gráfica 2: Interacción

2.5.2 Efecto de Tipo y Concentración de Electrolitos

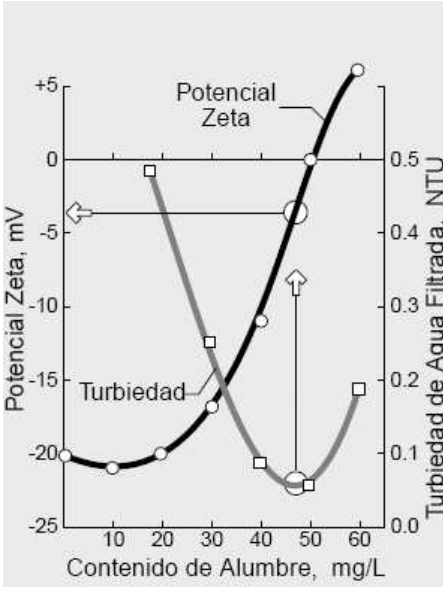
Electrolitos simple e inorgánicos pueden tener un efecto significativo en el potencial zeta. El efecto frecuentemente depende de la valencia relativa de los iones y de su concentración. La valencia relativa también puede considerarse como el tipo de electrolito, el cual se entiende como la razón estequiométrica entre el catión y el anión. En este ejemplo, el potencial zeta de una suspensión diluida de sílice coloidal fue modificada al añadir diferente electrolitos. Cloruro de aluminio es un electrolito 3:1 y sus cationes trivalentes fácilmente desplazan el potencial zeta hacia cero. Contrasta esto con el efecto de sulfato de potasio, un electrolito1:2. Al principio, el potencial zeta decrece hasta que se alcanza una meseta cerca de 50 mg/L. Alrededor de 500 mg/L, el potencial zeta empieza a subir porque los iones comprimen la doble capa.

2.5.3 Aplicación del Potencial Zeta en la Coagulación del Agua

El potencial zeta es una manera adecuada de optimizar la dosificación de coagulante en el agua y en tratamientos de desagüe por coagulación. Los sólidos suspendidos mas difíciles de remover son los coloides. Por su diminuto tamaño, ellos escapan fácilmente tanto a la sedimentación como a la filtración. El método para remover el coloide es mediante la disminución del potencial zeta con coagulantes tales como el alumbre, cloruro férrico y/ o polímeros catiónicos. Una vez reducida o eliminada la carga no existirán fuerzas repulsivas y la ligera agitación del estanque de floculación causará numerosos

choques entre los coloides. Esto resulta primero en la formación de sistemas micro floculados los cuales crecen hasta llegar a ser sistemas floculados visibles que se acomodan rápidamente y pueden ser filtrados fácilmente.

2.5.3.1 Control del Potencial Zeta sobre el contenido de Alumbre



Gráfica 3: Control el Potencial Zeta sobre el contenido de Alumbre

No hay un solo potencial zeta que pueda garantizar una buena coagulación en cada planta de tratamiento de agua. Frecuentemente será entre 0 y 10 mV pero el valor optimo es mejor establecido por medio de una prueba, usando una planta piloto o experiencias en operación. Una vez que el valor deseado es establecido, estas correlaciones ya no son necesarias, con la excepción de revisiones periódicas semanales, mensuales, o estacionales. El control solo implica sacar una muestra y medir el potencial zeta de las partículas. Si el valor medido es más negativo que el valor deseado, entonces aumente la dosis del coagulante; si es más positivo, disminúyalo. En este ejemplo, un potencial zeta de -3 mV corresponde a la turbiedad más baja de agua filtrada y será usada como el valor deseado.

3 Materiales y Métodos

3.1 Caracterización del Agua Cruda

La caracterización del Agua de la quebrada Doña María se hizo a través del Grupo de Investigación Ambiental de la Universidad Pontificia Bolivariana (GIA). Los resultados de esta caracterización se presentan en el numeral cuatro de este documento.

3.2 Procedimientos de Coagulación

3.2.1 Selección del Coagulante

Se realiza el ensayo de jarras como se describe el documento anexo, para cada tipo de coagulante a ensayar. La selección del coagulante depende de los siguientes factores:

- ***Turbiedad final***. Se selecciona el coagulante que produzca valores de turbiedad final menores a 1 UNT.
- ***pH y alcalinidad***. El coagulante seleccionado debe producir agua con valores de pH y alcalinidad dentro del intervalo admisible por el Decreto 475/98 (Anexo A), en caso contrario el efecto de este debe ser fácilmente corregible.
- ***Consideraciones de almacenamiento y transporte***. El coagulante debe ser poco perecedero, seguro y fácil de manejar.
- ***Disponibilidad en el mercado***.
- ***Facilidad de dosificación***.

3.2.2 Dosis óptima de coagulante

Se realiza el ensayo de jarras como se describe en el manual de laboratorio, para el coagulante seleccionado. La dosis óptima corresponde a aquella que produzca la menor turbiedad final.

3.2.3 Corrección de pH

Cuando la alcalinidad del agua no es suficiente para reaccionar con el coagulante se añade al agua sustancias alcalinas o básicas. Generalmente, se emplea como sustancia modificadora del pH la cal viva (CaO).

Se realiza el ensayo de jarras como se describe en el manual de laboratorio, aplicando a cada jarra la dosis óptima de coagulante encontrada en la prueba de dosis óptima y dosis distintas de cal. Se conserva una jarra únicamente con coagulante.

La dosis de cal a agregar en la planta corresponde a aquella que produce en el ensayo de jarras un pH que esté en el intervalo dado por el Decreto 475/98.

3.3 Procedimientos de Floculación

3.3.1 Parámetros óptimos de la Floculación

En este ensayo se determinan: El tiempo total de floculación, los gradientes de velocidad en cada cámara de floculación y el número de cámaras.

Se realizan ensayos de jarras empleando la dosis óptima de coagulante previamente encontrada. La mezcla rápida se hace durante 1 min a 100 rpm. La floculación se lleva a cabo a distintos gradientes (120, 100, 80, 60, 40 y 20 s^{-1}) y para cada uno de ellos se varía el tiempo de floculación (t) (10, 20, 30, 40, 50 y 60 min). Luego se deja sedimentar durante 30 min y se determina la turbiedad.

Se grafica la turbiedad remanente (T_f/T_i*100) contra el período de floculación (t) para cada valor de gradiente. El tiempo total de floculación es aquel que permite obtener los valores menores de turbiedad remanente en cada uno de los gradientes.

Se hace una gráfica gradiente de velocidad (G) contra turbiedad remanente para cada valor de tiempo ensayado, buscando el gradiente que produce la mínima turbiedad remanente para cada tiempo de floculación.

Con el fin de ajustar los datos anteriores de gradiente y tiempo de floculación a una línea, se hace una regresión lineal por el método de los mínimos cuadrados. A partir de esta función ajustada se determina el número de cámaras, que como se dijo anteriormente debe ser mínimo de tres (3) y varía dependiendo de la pendiente de la gráfica, además se determina el tiempo de retención en cada una de ellas, que debe ser el mismo en todas.

3.4 Materiales utilizados

Tabla 1: Materiales empleados durante el ensayo.

MATERIALES
Floculador de 6 puestos E&Q
pHmeter METROHM-744
Turbidímetro MERCK-1500T
Seis Jarras de vidrio de 1 L cada una
Jeringa de 10 mL
Recipiente plástica de 1000 L

Tabla 2: Tipos de Coagulantes empleados durante el ensayo.

TIPOS DE COAGULANTES
Sulfato de Aluminio líquido Tipo B
Ultrión 8157
Polisulfato de Aluminio líquido (PASS)
Policloruro de Aluminio líquido (PAC)
Hidroxicloruro de Aluminio (HAC)

Las especificaciones técnicas del pHmetro, el Turbidímetro y el Floculador se encuentran en el Anexo 2.

Las hojas de seguridad de los coagulantes se encuentran en el Anexo 3.

4 Resultados y Discusión

4.1 Caracterización del Agua Cruda

La siguiente tabla presenta los resultados de la caracterización del agua de la quebrada Doña María:

Tabla 3: Caracterización de la quebrada Doña María

Parámetro	Unidad	BOCATOMA	ENTRADA A LA PLANTA	Valor máximo aceptable según Decreto 1594 de 1984 (mg/L)
		Resultado	Resultado	
ALCALINIDAD TOTAL	mg/L	25,99	24,99	--
CLORUROS	mg/L	MENOR DE 3,0	MENOR DE 3,0	250
COLOR	UPC	879	872	20
DBO5	mg/L	18,02	17,64	No legislado
DQO	mg/L	55	44,9	No legislado
DUREZA TOTAL	mg/L	24,475	25,075	--
FOSFORO REACTIVO	mg/L	0,151	0,148	--
NITRATOS	mg/L	1,39	0,85	10
NITRITOS	mg/L	0,031	0,029	1
SULFATOS	mg/L	10,64	9,77	400
TURBIEDAD	NTU	184	163	10
ALUMINIO	mg/L	12,083	8,405	5
CALCIO	mg/L	3,751	3,729	--
HIERRO	mg/L	8,146	8,527	5
MAGNESIO	mg/L	3,669	3,828	--
MANGANESO	mg/L	0,116	0,125	0,2
MOLIBDENO	mg/L	MENOR DE 0,0210	MENOR DE 0,0210	0.01
ZINC	mg/L	MENOR DE 0,028	MENOR DE 0,028	2
COT		2.090	1.845	-
COLIFORMES TOTALES	NMP/100 ml	$16x10^5$	$16x10^5$	20.000
COLIFIRMES FECALES (E coli)	NMP/100 ml	$92x10^4$	$92x10^4$	2.000
CIANURO LIBRE	mg/L			0,05
CIANURO DISOCIABLE	mg/L			--
CIANURO TOTAL	mg/L	MENOR DE 0,004		0,2
NITROGENO AMONIACAL	mg/L	MENOR DE 3,0		--
SÓLIDOS DISUELTOS	mg/L	57		--
ANTIMONIO	mg/L			Detectable
ARSENICO	mg/L	MENOR DE 0,522		0.05
BARIO	mg/L	MENOR DE 0,031		1.0
CADMIO	mg/L	MENOR DE 0,006		0.01
COBRE	mg/L	MENOR DE 0,033		1
CROMO	mg/L	MENOR DE 0,088		1
CROMO HEXAVALENTE	mg/L			0.05
MERCURIO	µg/L	MENOR DE 0,488		0.002
NIQUEL	mg/L			--
PLOMO	mg/L	MENOR DE 0,031		0,05
POTASIO	mg/L			--
SELENIO	mg/L	MENOR DE 0,230		0,01
SODIO	mg/L	3,15		--
DETERGENTES	mg/L	MENOR DE 1,0		0,5
FENOLES	mg/L	1,85		0.002
PLATA	mg/L	MENOR DE 0,0032		0.05

De acuerdo con estos resultados, el agua de la quebrada Doña María tiene un alto contenido de Coliformes Totales y Coliformes Fecales, $16x10^5$ y $92x10^4$ respectivamente. Sin embargo, presenta muy bajo contenido de los demás parámetros evaluados, los cuales si se presentan en gran cantidad pueden ser importantes a la hora de evaluar los coagulantes seleccionados. Es por esto que no se tendrá en cuenta el contenido de estos compuestos a la hora de determinar cuál es el coagulante de mejor desempeño.

4.2 Selección del Coagulante

En la planta se utiliza actualmente una mezcla de Sulfato de Aluminio líquido Tipo B y Ultrión 8157, este último se utiliza como ayudante de floculación, con el fin de disminuir la concentración de Aluminio residual presente en el agua potable. El porcentaje de esta mezcla es 70% Sulfato de Aluminio y 30% Ultrión.

Mediante la Prueba de Jarras descrita el Anexo1, se realizan cuatro ensayos con productos mencionados en la Tabla 2: Tipos de Coagulantes empleados durante el ensayo.

En las tablas 4 a 7 se presentan los resultados obtenidos en los ensayos.

Características del agua cruda:

Alcalinidad = 16.20 ppm de CaCO3

pH = 7.37

T_i = 87 NTU

Tabla 4: Resultados obtenidos con el Sulfato de Aluminio líquido Tipo B + Ultrión 8157

	Dosis de Coagulante (ppm)					
	40	**42**	**44**	**46**	**48**	**50**
T_f	7,30	6,43	5,41	4,20	3,62	3,30
% Remoción	90,64	91,76	93,06	94,62	95,36	95,77
Alcalinidad	9,90	8,17	8,16	6,90	6,75	6,00
pH	6,29	6,21	6,21	6,19	6,18	6,17

Tabla 5: Resultados obtenidos con Polisulfato de Aluminio líquido (PASS)

	Dosis de Coagulante (ppm)					
	40	42	44	46	48	50
T_f	8,42	8,60	7,80	5,18	4,79	4,28
% Remoción	89,21	89,97	90,00	93,36	93,86	94,51
Alcalinidad	16,20	16,20	16,20	16,20	16,20	16,10
pH	7,31	7,11	7,13	7,11	7,16	7,06

Tabla 6: Resultados obtenidos con Policloruro de Aluminio líquido (PAC)

	Dosis de Coagulante (ppm)			
	20	25	30	35
T_f	10,60	7,03	4,80	4,00
% Remoción	86,41	90,99	93,85	94,87
Alcalinidad	16,20	16,20	16,19	16,19
pH	7,27	7,19	7,17	7,17

Tabla 7: Resultados obtenidos con Sulfato de Aluminio + PAC

	Dosis de Coagulante (ppm)					
	28+7	28+6	28+5	30+7	30+6	30+5
T_f	5,07	8,13	6,66	7,78	6,20	6,11
% Remoción	93,50	89,58	91,46	90,03	92,05	92,17
Alcalinidad	12,18	12,18	11,17	10,16	10,14	10,14
pH	6,99	6,98	6,94	6,92	6,85	6,87
						Sulfato + PAC respectivamente

Los resultados del ensayo realizado con Hidroxicloruro de Aluminio no se presentaron porque este tipo de coagulante no mostro ningún resultado favorable. Anteriormente se había realizado otro ensayo con los mismos resultados negativos. Una vez más demostró que se adapta a este tipo de agua.

La disminución de turbiedad con alumbre como coagulante se efectúa mediante la reacción de este con la alcalinidad; la reacción se presenta a continuación:

$$Al_2(SO_4)_3.14H_2O + 3Ca(HCO_3)_2 \rightarrow 2Al(OH)_3 + 3CaSO_4 + 14H_2O + 6CO_2$$

De acuerdo con esta reacción, para una dosis de Sulfato de 40, 42, 44, 46, 48 y 50 ppm se necesitan 32.54, 34.16, 35.79, 37.42, 39.04 y 40.67 ppm de alcalinidad

respectivamente. Sin embargo el agua cruda no contiene esta alcalinidad, lo que quiere decir que la reacción del ensayo no ocurrió en las cantidades estequiométricas requeridas, esto se debe a:

- El coagulante añadido no es 100% puro.
- Por la acción de distintos interferentes, presentes en el agua o en el coagulante, todo el alumbre puede que no reaccione.
- Los coloides y otras partículas o compuestos presentes en el agua pueden interferir en la reacción.

De las tablas 4 a 7 puede concluirse que:

- El Sulfato de Aluminio líquido Tipo B presenta un mayor porcentaje de remoción de 95.77%, seguido muy de cerca por el PAC con un 94.87% y por último el PASS con un 94.51%. Vemos entonces que estos tres coagulantes presentan un porcentaje de remoción bastante alto y muy similar entre los tres.
- La mezcla de Sulfato + PAC no presenta un porcentaje de remoción tan bueno como el de los demás, luego es mucho mejor continuar utilizando el Ultrión 8157 como ayudante de floculación. Además presenta un consumo más alto de alcalinidad de que los demás, aumentando el costo de esta operación por la adición de alcalinidad en forma de Cal, necesaria para que la reacción se lleve a cabo.
- Como el Sulfato de Aluminio reacciona directamente con la alcalinidad es necesario adicionar Cal para controlar la reacción de coagulación, es por esto que este tipo de coagulante baja más el pH que el PAC y el PASS. Estos dos últimos presentan una muy buena alternativa para remplazar el Sulfato ya que no reaccionan directamente con la alcalinidad, por consiguiente el consumo de Cal es menor.
- El PAC y el PASS mantienen casi invariable la alcalinidad, especialmente para las dosis que producen agua con turbiedad baja. Esto se debe a que el mecanismo de acción de los coagulantes polielectrolitos no involucra su reacción con la alcalinidad como sucede en el caso del alumbre, esto representa una ventaja comparativa respecto a este último puesto que su dosificación dependerá sólo de

las características de los coloides y no de las características del agua como la alcalinidad y el pH.

- El coagulante PASS es el que puede remplazar de mejor manera los coagulantes utilizados actualmente en la planta, ya que no requiere de tanto consumo de compuestos químicos, pues tiene menor contenido de alúmina lo que disminuye la producción de lodos, no requiere de un polímero ayudante de floculación lo que disminuye el aporte de compuestos orgánicos y por último, no afecta significativamente el pH del agua, lo que se refleja en el consumo de Cal.

- El floc producido con PASS es más pequeño que el producido con el alumbre, por lo que seguramente tarda más tiempo en sedimentar, pero el volumen de sedimento producido fue menor.

Por lo expuesto anteriormente se elige el Polisulfato de Aluminio líquido para hacer el ensayo de Dosis Óptima.

4.3 Dosis Óptima del coagulante

Este ensayo se hizo con el coagulante que en el ensayo anterior produjo agua con las mejores características de turbiedad, alcalinidad y pH.

Los resultados de dosis óptima con PASS se muestran en la tabla siguiente:

Características del agua cruda:

Alcalinidad = 19.9 ppm $CaCO_3$

pH = 7.01

T_i = 54 NTU

Tabla 8: Resultados obtenidos para el ensayo de Dosis Óptima de coagulación con el coagulante PASS

	Dosis de Coagulante (ppm)					
	48	50	52	54	56	58
T_f	4,79	4,28	1,02	1,81	2,23	3,54
% Remoción	91,13	92,07	98,11	96,65	95,87	93,44
Alcalinidad	16,20	16,10	16,10	16,10	16,11	16,12
pH	7,16	7,06	7,06	7,06	7,06	7,06

Vemos entonces que la dosis óptima para el PASS, con agua a estas características es 52 ppm.

4.4 Parámetros óptimos de Floculación

Este ensayo se realizó para agua con las siguientes condiciones:

Turbiedad inicial (T_i) = 61 UNT

Alcalinidad ($CaCO_3$) = 9.9 mg/l

pH = 6.7

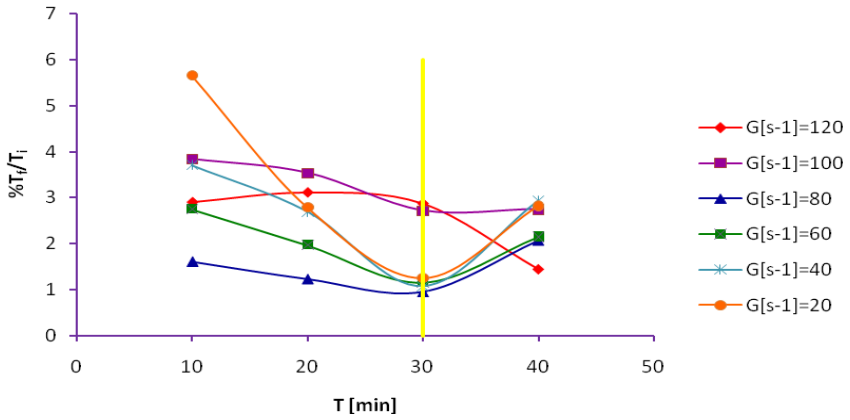
Se usó como coagulante Sulfato de Aluminio líquido tipo B con una dosis óptima de 46 ppm. Los resultados obtenidos se muestran en tabla 9.

Tabla 9: Resultados del ensayo de jarras para obtener los parámetros óptimos de floculación

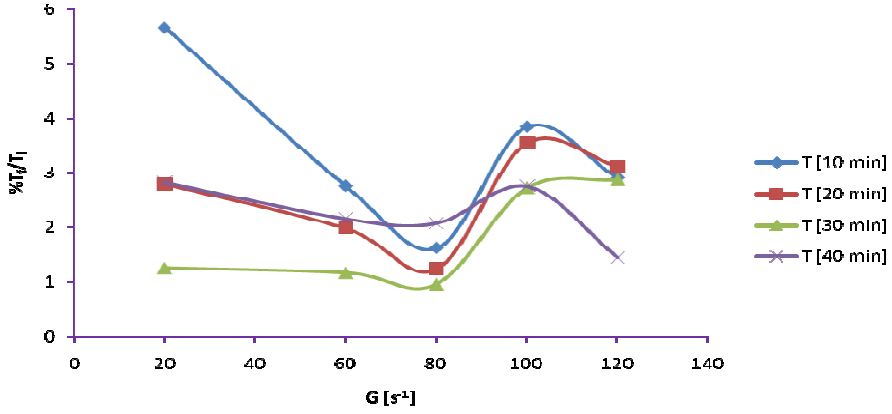
G [s^{-1}]	T[min]							
	10		20		30		40	
	T_f	$\%T_f/T_i$	T_f	$\%T_f/T_i$	T_f	$\%T_f/T_i$	T_f	$\%T_f/T_i$
120	1,77	2,9	1,9	3,11	1,75	2,87	0,88	1,44
100	2,34	3,84	2,16	3,54	1,66	2,72	1,68	2,75
80	0,98	1,61	0,75	1,23	0,58	0,95	1,26	2,07
60	1,68	2,75	1,2	1,97	0,71	1,16	1,31	2,15
40	2,26	3,7	1,65	2,7	0,66	1,08	1,79	2,93
20	3,45	5,66	1,7	2,79	0,76	1,25	1,72	2,82

Con los datos de la tabla 9 se construyeron las Gráficas 4 y 5.

En la gráfica 4 se observa que para los gradientes entre 40 y 120 s^{-1} la turbiedad remanente no cambia considerablemente con el tiempo de floculación, indicando que esta agua flocula fácilmente. Este mismo comportamiento no se observa para el gradiente de $20s^{-1}$, como consecuencia de la poca formación de floc. El tiempo óptimo de floculación hallado con esta gráfica es de 30 min aproximadamente, utilizando un tiempo diferente a este se obtienen buenos resultados, como ya se mencionó. Por lo tanto el tiempo de floculación se puede variar entre 25 y 30 min.



Gráfica 4: Porcentaje de Turbiedad Remanente vs. Tiempo de Floculación



Gráfica 5: Porcentaje de turbiedad remanente vs. Gradiente

Como se observa en la gráfica 5 para gradientes menores a 82 s^{-1} la turbiedad remanente no cambia considerablemente con el tiempo de floculación cuando éste último es superior a 10 min. Para un tiempo de floculación de 30 min se observa la mayor remoción, además para este tiempo se presenta la menor dependencia de la turbiedad remanente respecto al gradiente. Para gradientes mayores se observa un aumento en la turbiedad remanente como consecuencia del rompimiento del floc. Estos resultados también permiten afirmar que esta agua flocula fácilmente para gradientes inferiores a 82 s^{-1}, además se corrobora que el tiempo óptimo de floculación es 30 min.

De la gráfica 5 se obtuvo la tabla 10, que se presenta a continuación:

Tabla 10: Resultados de la gráfica 5

T [min]	Log T	G [s^{-1}]	Log G
[1]	[2]	[3]	[4]
10	1.00	75	1.88
20	1.30	70	1.85
30	1.48	65	1.81
40	1.60	60	1.78

Columna No.1: Tiempo del ensayo

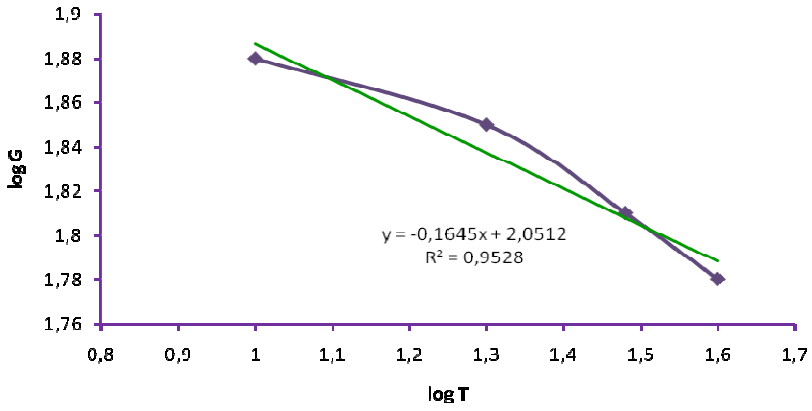
Columna No.2: Logaritmo de la Columna 1

Columna No.3: Gradiente para el cual se obtiene el menor % de turbiedad remanente para cada tiempo

Columna No.4: Logaritmo de la Columna 3

Los datos de las columnas 2 y 4 de la tabla 10 se graficaron (gráfica 6) y se ajustaron a una recta para obtener la ecuación (1) que permite encontrar el gradiente dentro de cada cámara y el número de cámaras.

(1)
$$G = \frac{108.87}{T^{0.1555}}$$



Gráfica 6: Ajuste lineal de los datos de la tabla 10

En tabla 11 se muestran los gradientes para distintos tiempos hallados con la ecuación (1).

Tabla 11: Gradiente de velocidad en el floculador en función del tiempo

T [min]	G [s^{-1}]
[1]	[3]
2	98
4	88
6	82
8	79
10	76
12	74
14	72
16	71
18	69
20	68

Como se observa en la gráfica 6 y en la tabla 11, el gradiente varía muy poco con el tiempo de floculación, razón por la cual no tiene mucho sentido pensar en la necesidad de construir tres (3) cámaras en el floculador, tal como se recomienda en la referencia [36]. Para este caso en particular dos (2) cámaras son suficientes, lo que concuerda con el funcionamiento actual de la planta.

Se eligieron dos (2) cámaras con un tiempo total de floculación de 25 min, la primera con un gradiente de 80 s^{-1} durante un tiempo de 8 min, y en el tiempo restante (17 min) el gradiente es 64 s^{-1}.

5 Conclusiones

El agua de la quebrada Doña María es, según los resultados de los análisis realizados, una cuenca con una alta influencia social, lo que demanda un alto tratamiento durante la potabilización.

El alto contenido de Coliformes Totales y Fecales exige un tratamiento no convencional, es decir, implementar una operación adicional al proceso de potabilización que se utiliza actualmente.

Para el tipo de agua que utilizan para la producción de Malta y Cerveza se obtuvieron altas remociones de turbiedad aplicando Sulfato de Aluminio líquido Tipo B y PASS como coagulante; desde el punto de vista técnico el último presenta mayores ventajas, aunque su costo es mayor.

De acuerdo con lo observado en otras plantas de potabilización, el Sulfato de Aluminio líquido Tipo B es una muy buena opción siempre y cuando el agua tenga una alcalinidad apropiada. Lo que no es necesario con el PASS ya que no se requiere de alto contenido de alcalinidad pues este no afecta la reacción que ocurre.

Actualmente, en la operación de coagulación se realiza la dosificación en el punto adecuado y proporcionando la turbulencia necesaria para una buena mezcla; sin embargo la cantidad de coagulante dosificado no es adecuada, ya que es elegida empíricamente.

No siempre es necesario la implementación de mínimo tres (3) cámaras en el floculador, como lo plantean algunos autores, pudiendo ser menor cuando el intervalo de gradiente óptimo de operación es muy estrecho.

El proceso de Coagulación-Floculación presenta un muy buen desempeño con el coagulante utilizado actualmente, aunque se requiere de una evaluación económica para estudiar el posible cambio a otro tipo de coagulante.

En gran medida, el rendimiento en las operaciones se debe a los altos estándares de calidad que maneja la empresa y a la importancia que se le da a este recurso.

6 Recomendaciones

Considerando sólo el aspecto de la calidad actual del agua en la quebrada Doña María, se recomienda instalar un mecanismo de oxidación de materia orgánica antes de comenzar con el proceso de potabilización convencional.

Realizar un estudio de la oferta hídrica de la fuente de abastecimiento, con el fin de conocer hasta cuando se cuenta con el suministro de agua necesario en la planta.

Evaluar desde el punto de vista económico la dosificación del coagulante PASS.

Utilizar el modelo de dosificación aquí planteado con el fin de dosificar de manera adecuada el coagulante. Esto traerá beneficios físico-químicos y económicos al proceso de potabilización.

7 Bibliografía

1. ADMINISTRACIÓN MUNICIPAL DE COCORNÁ. Proyecto presentado al Comité Departamental de Cafeteros: Manejo integral de la microcuenca Guayabal, surtidora del acueducto urbano del municipio de Cocorná. Cocorná-Antioquia: 2000. P. 3-21.

2. AGUIRRE, Andrés y ZAPATA, Luz N. Evaluación de la planta de San Antonio de Prado con énfasis en la mezcla rápida. Medellín, 1990, 161 p. Trabajo de grado (Ingeniero Civil). Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. Facultad de Minas.

3. ALBA-TERCEDOR, Javier. Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos. En: SIMPOSIO DEL AGUA EN ANDALUCÍA (IV: 1996: Andalucía). Memorias del IV Simposio del Agua en Andalucía (SIAGA). Almería: 1996. P. 203-213. Vol. II.

4. AMERICAN WATER WORKS ASOCIATION. Calidad y tratamiento del agua. Manual de suministros de agua comunitaria. 5ta edición. España: McGraw Hill, 2002.1231 p.

5. ARBOLEDA VALENCIA, Jorge. Teoría y práctica de la purificación del agua. Bogotá: Mc Graw Hill y ACODAL, 2000. 362 p. Tomo I.

6. ARROYAVE, Juan F. y VARGAS, Isabel C. Evaluación operacional de una planta compacta a escala piloto en el tratamiento de aguas superficiales. Quebrada “La Gómez”. Medellín, 1999, 96 p. Trabajo de grado (Ingeniero Químico). Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. Facultad de Minas.

7. ASOCIACIÓN DE INGENIEROS SANITARIOS DE ANTIOQUIA. Operación y mantenimiento de plantas convencionales de agua potable. Medellín: 1993. P. 12-27.

8. BECHARA, Silvia. Manejo adecuado de los plaguicidas, prevención de los posibles riesgos. En: Programa Integrado de Toxicología, Hospital Universitario San Vicente de Paul. Urgencias toxicológicas. Medellín: 1994. P. 75-83.

9. CAICEDO, Orlando y PALACIO, Jaime. Los macroinvertebrados bénticos y la contaminación orgánica en la quebrada la mosca (Guarne, Antioquia, Colombia). En: Actualidad Biológica. Vol. 20, No. 69 (Jul., 1998); p. 61-73.

10. CÁNEPA, Lidia. Procesos unitarios-floculación (Submódulo 3.2.2 B). En: PROGRAMA REGIONAL OPS / EHP / CEPIS DE MEJORAMIENTO DE CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO (1981). 1981. P. 3-4.

11. CASTRO, María y PÉREZ, José. Determinación de variables químicas (Submódulo 2.7.3). En: PROGRAMA REGIONAL OPS / EHP / CEPIS DE MEJORAMIENTO DE CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO (1981). 1981. P. 2-53.

12. CORNARE. Diagnóstico sanitario de la microcuenca de la quebrada Guayabal que abastece el acueducto del municipio de Cocorná. 1991.

13. CORNARE, CENTRO DE SERVICIOS DE ANÁLISIS DE AGUA. Instructivo: Recolección de muestras de agua. Versión 2. Santuario-Antioquia: 2002. 34 p.

14. DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA. Anuario Estadístico de Antioquia. 2000.

15. DIEZ, Guillermo y ZAPATA, Juan F. Obras de captación en la quebrada "La Gómez". Experimentación en planta piloto en las unidades de floculación y filtración. Medellín, 1997, 151 p. Trabajo de grado (Ingeniero Civil). Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. Facultad de Minas.

16. DUQUE, M. y RICO, A. Obras de captación en la quebrada "La Gómez" y experimentación en la planta piloto, mezcla rápida y sedimentación. Medellín, 1997, p. 26-54. Trabajo de grado (Ingeniero Civil). Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. Facultad de Minas.

17. FINANCIERA DE DESARROLLO TERRITORIAL S.A –FINDETER-. Acueducto, plantas potabilizadoras y alcantarillados: Criterios y pautas generales para su diseño y evaluación técnica. Bogotá: 1991. 43 p.

18. GIL, Luis Hernando. Procesos biológicos para el tratamiento de aguas residuales-criterios de diseño. Medellín: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Minas, 1998. P. 42-50.

19. GÓMEZ, Héctor y PATIÑO, Olga. Diseño de un sistema de disposición final de lodos deshidratados, en relleno tipo zanja, generados en el proceso de potabilización del agua en la planta Cascada-Medellín. Medellín, 2001, 87 p. Trabajo de grado

(Administrador en Salud: Gestión Sanitaria y Ambiental). Universidad de Antioquia. Facultad Nacional de Salud Pública Héctor Abad Gómez.

20. GONZÁLEZ, Alejandro. Conceptos y técnicas básicas de análisis demográfico. Centros de investigaciones sobre dinámica social. Bogotá: Universidad Externado de Colombia, 1998. P. 101-117. No 3. Serie 2.

21. GROSO, G. y BROSA, J. Adsorbedores de carbón activo granular. Modos de operación y configuración. En: Ingeniería Química. Vol. 30, No. 347 (junio, 1998); p. 153-157.

22. HARRIS, Dennis. Desinfección de sistemas de abastecimiento de agua de comunidades rurales en países en desarrollo. En: Revista de la Asociación Colombiana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental –ACODAL-. No. 165 (1995); p. 31-40.

23. INSTITUTO NACIONAL DE FOMENTO INSTITUCIONAL. Encuesta planta de potabilización. En: ACODAL. No. 112-113 (may. – ago. 1983); p. 37-41.

24. LEVENSPIEL, Octave. Ingeniería de las reacciones químicas. 2 ediciones. México: Editorial Reverté S.A., 1993. P. 277-339.

25. LÓPEZ, Ricardo. Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados. Bogotá: Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería, 1995. P. 49-232.

26. MARIN, Rafael. Gestión de lodos hidróxidos. En: Ingeniería Química. Vol. 30, No. 347 (junio, 1998); p. 173-178.

27. MARTÍNEZ, M.A.; RESTREPO, A.G. y TAMAYO, L.F. Diagnóstico ambiental y sanitario de la microcuenca de la quebrada La Guayabala e interventoria del plan de manejo ambiental del acueducto multiveredal en el corregimiento de Altavista, vereda San José de Manzanillo, 2000. Medellín, 2000, 53 p. Trabajo de grado (Tecnólogo en Saneamiento Ambiental). Universidad de Antioquia. Facultad Nacional de Salud Pública "Héctor Abad Gómez".

28. MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO. República de Colombia. Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico. RAS. Resolución 1096 del 17 de noviembre de 2000. Santa Fé de Bogotá.

29. MUNICIPIO DE COCORNÁ. Plan de Ordenamiento Territorial. Acuerdo 11 del 26 de mayo de 2001. Cocorná.

30. OMS. ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. Teoría, diseño y control de los procesos de clarificación del agua. Lima: CEPIS, 1973. 557 p. Serie Técnica 13.

31. ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. Guías para la calidad del agua potable: Vigilancia y control de los abastecimientos de agua a la comunidad. 2da edición. Ginebra: 1998. 255 p. Volumen 3.

32. ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. Manual de Desinfección. 1999. 15 p.

33. ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. Guías para la calidad del agua potable: Control de la calidad del agua potable en sistemas de abastecimiento para pequeñas comunidades. Washington: 1988. 132 p. Volumen 3.

34. PÉREZ, Jorge Arturo. Acueductos y alcantarillados. Medellín: Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, 2002. 440 p.

35. --------. Ensayo modificado de jarras para la selección de parámetros de diseño de floculación y sedimentación. En: Avances en Recursos Hidráulicos. No. 4 (sep., 1997); p. 33-47.

36. --------. Manual de potabilización del agua. 4ta edición. Medellín: Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, Facultad de Minas, 2002. 504 p.

37. PÉREZ, José. Evaluación de procesos -A- coagulación (Submódulo 3.2.2). En: PROGRAMA REGIONAL OPS / EHP / CEPIS DE MEJORAMIENTO DE CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO (1981). 1981. P. 1, 13-15.

38. --------. Evaluación de procesos-filtración rápida-. En: PROGRAMA REGIONAL OPS / EHP / CEPIS DE MEJORAMIENTO DE CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO (octubre, 1990). P. 74-92.

39. REBAGE, Lavive y SALAS, Martha B. Manual de intoxicaciones por plaguicidas. 2da edición. Medellín: Hospital Universitario San Vicente de Paul, Departamento de Toxicología, 1984. 126 p.

40. RICHTER, Carlos Alfredo. Mezcla rápida en vertederos rectangulares. En: ACODAL. Vol. 24, No. 100 (Jun, 1981); p. 9-18.

41. RIVAS, G. Tratamiento del agua residual. Universidad de Michigan, USA, 1981. P. 171-175.

42. RIVERA YÉPEZ, Dora Luz et al. Informe 13975–Capítulo Cocorná. En: Diagnóstico sanitario preliminar de las microcuencas que abastecen los acueductos municipales. CORNARE. El Santuario: 1990.

43. RODRÍGUEZ, Carlos. Operación y mantenimiento de plantas de tratamiento de agua. Santafé de Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 1995. 115 p.

44. RODRÍGUEZ, J. et al. Biodegradabilidad de la materia orgánica natural del agua y efecto del ozono. En: Ingeniería del agua. Vol. 7, No. 3 (sep., 2000); p. 271-277.

45. ROLDÁN PÉREZ, Gabriel. Los macroinvertebrados y su valor como indicadores de la calidad del agua. En: Revista Academia Colombiana de la Ciencia. Vol. 23, No 88 (sept., 1999); p. 375-385.

46. SOTELO, Gilberto. Hidráulica general. México: Limusa S.A, 1993. P. 241-276.

47. TORRES, Alfredo y SAEZ, Ramón. Manual básico de técnicas de análisis de aguas. La Coruña: Xunta de Galicia, 1992. 134 p.

48. VALLEJO, María del Carmen. Toxicología ambiental. Fuentes, cinética y efectos de los contaminantes. Santa fé de Bogotá: Editora Guadalupe LTDA, 1997. 184 p.

49. WHITE, G.C. The Handbook of Chlorination. 2da edición. New York: Von Norstrand Reinhold, 1986.

REFERENCIAS DE INTERNET:

50. A.T. EXPORT. Empresa comercializadora de productos de desinfección.

Http://www.atexport.com/pagesp/infoagua/desinfeccion.htm

51. AVENDAÑO, Norma y TABARINI, Alba. La evaluación y el uso de los productos comerciales derivados del cloro, para la desinfección del agua, empleando tecnologías simples para ser aplicados a comunidades rurales o en situaciones de catástrofe.

Http://www.cepis.ops-oms.org/eswww/

52. CASTRO, María Luisa. Uso de Cloro para la desinfección de agua para consumo: efectos en la salud humana.

Http://www.ambiente-ecologico.com/revist57/cloro57.htm

53. CEPIS. Guías para la selección y aplicación de tecnologías de desinfección del agua para consumo humano en pueblos pequeños y comunidades rurales en América Latina y el Caribe / OPS, 1995.

Http://www.cepis.ops-oms.org/eswww/

54. Programa regional para la promoción del uso de tecnologías apropiadas en saneamiento básico.

http://www.cepis.ops-oms.org/eswww/

55. EMPRESAS PÚBLICAS DE MEDELLÍN.

www.epm.net.co

56. ESCUELA DE INGENIERÍA DE ANTIOQUIA. Curso de fluidos.

http://fluidos.eia.edu.co/obrashidraulicas/articulos/articulopagppal.html

57. GARCÉS, F.; DÍAZ, J.C. y DELLEPIANE, O. Acondicionamiento de lodos producidos en el tratamiento de agua potable.

http://www.cepis.ops-oms.org

58. GRUPO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES. Escuela Universitaria Politécnica. Universidad de Sevilla.

http://www.ambientum.com/enciclopedia/aguas/

59. INSTITUTO NACIONAL DE HIGIENE, EPIDEMIOLOGÍA Y MICROBIOLOGÍA DE CUBA (INHEM). Curso Virtual.

http://www.sld.cu/instituciones/inhem2/curso

60. MARÍN, Rafael. Análisis de aguas y ensayos de tratamiento.

http://cidta.usal.es/Unidad_H/ETAP/unidades/documentos/MDU/CAPHTM/CAP2-1.htm

61. ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. Guías OMS para la calidad del agua de bebida.

http://www.cepis.ops-oms.org

62. PORTAL DEL INGENIERO AMBIENTAL.

http://www.ingenieroambiental.com

63. REID, Raymond. Situación de la desinfección del agua en América Latina y el caribe.

Http://www.cepis.ops-oms.org/eswww/

64. UNIVERSIDAD DE ARIZONA. Manual de campo para el muestreo de la calidad del agua. Arizona.

http://ag.arizona.edu/AZWATER/publications/handbook/espanol/contents.html

65. UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. Sede Medellín. Departamento de Hidráulica.

http://hidraulica.unalmed.edu.co

FLOCULADOR DIGITAL

- **El floculador digital E&Q** es un agitador múltiple de paletas, de velocidad variable, de 10 a 120 o a 300 rpm, según el modelo, con visualización digital de las revoluciones de agitación.
- Actúa simultáneamente en idénticas condiciones sobre todas las muestras.
- Ideal para desarrollar la "prueba de jarras" en la dosificación de productos químicos a agregar al agua, en el proceso de floculación, a fin de optimizar los resultados del tratamiento en plantas de aguas potables, industriales o de desecho.
- Ensamblado en tres módulos en cold rolled pintado electrostáticamente para protegerlo de la corrosión.
- El sistema de agitación o sistema de transmisión de movimiento acciona las paletas de agitación, soportado en cuatro patas metálicas.
- El módulo control de velocidad digital, de alta precisión y uniformidad en la velocidad de rotación de las paletas, ubicado en el centro superior del sistema de agitación, incluye el motor, el control digital de la velocidad y el display de 3 dígitos.
- El transiluminador sobre el cual se instala el floculador facilita la visualización del proceso de floculacion. Contiene la lámpara fluorescente. El paso de luz se facilita por su cubierta en acril opal.

ESPECIFICACIONES TECNICAS

MODELO	F6-120	F4-120	F6-300	F4-300
Puestos de agitación	6	4	6	4
Velocidad de agitacion rpm	10-120		10-300	
Motor hp	1/30		1/30	
Control de velocidad	Tacometro digital		Tacometro digital	
Volumen maximo de agitacion lts	1 – 2		1 – 2	
Voltaje/ciclos v.a.c./hz	110-115 / 50-60		110-115 / 50-60	
Lampara fluorescente (30 watt) cms	1 x 90	1 x 60	1 x 90	1 x 60
Dimensiones cms	Largo x ancho x alto		Largo x ancho x alto	
Soporte	95x16x5	72x16x5	95x16x5	72x16x5
Modulo control	16x10x16.5		16x10x16.5	
Transiluminador	100x20x12	77x20x12	100x20x12	77x20x12

Paletas en acero inoxidable	7.5x2.5x29.6	7.5x2.5x29.6

ACCESORIOS

- Paletas de agitación con accesorios sujetadores, 6 o 4 unidades según el modelo
- Una llave bristol.
- 2 mts de cable de conexión con clavija.
- Manual de instrucciones y carta de garantía.

ACCESORIOS OPCIONALES NO INCLUIDOS:

- Vasos de 1 o 2 lts en vidrio o acril

Certificate

AL 00 02 34909 114

TÜV PRODUCT SERVICE

Merck KGaA

Frankfurter Straße 250
64271, Darmstadt
GERMANY

with production facilities
39061

is authorized to mark the following products with the **Certification Mark A, B or L** as shown on the back of this page or on an attachment page.

Product: **Analysis equipment**
(Turbidimeter)

Model: **Turbiquant 1500IR / 1500T**

Technical Specifications:

Rated Input Voltage:	12 V DC
Rated Frequency:	-----
Rated Input Current:	500 mA
Protection Class:	III
Degree of Protection (IP):	XO

Note: Must be used with a current limiting power supply.

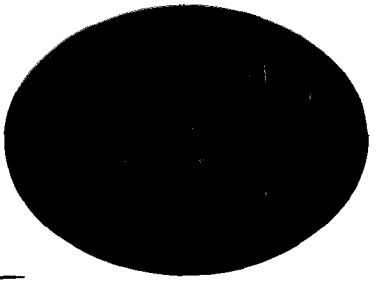
The product meets the requirements of the Equipment Safety Law and was tested in accordance to:

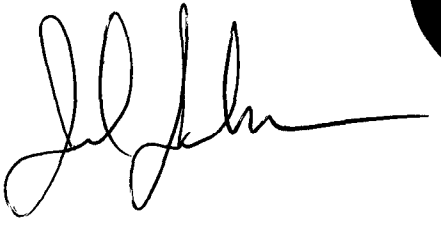
EN 61010-1/A2: 1995

Report No.: RI1E0003701B

Released with the above certificate number by the certification body of TÜV PRODUCT SERVICE GMBH.

Organization unit: RTP/CRW
Date: February 23, 2000
Annual points: 2.0
Translation of the German original
This Certificate is valid until 02-22-2005.





Hinweise

Grundlage für die Zertifikatserteilung ist die Prüf- und Zertifizierordnung von TÜV PRODUCT SERVICE.

Mit Erhalt des Zertifikates wird der Zertifikatsinhaber Partner im Zertifiziersystem von TÜV PRODUCT SERVICE und anerkennt die jeweils gültige Fassung der Prüf- und Zertifizierordnung, der Geschäftsbedingungen sowie der Preisliste.

Please note

Certification is based on the TÜV PRODUCT SERVICE Testing and Certification Regulations.

On receipt of the certificate the certificate holder becomes a partner in the TÜV PRODUCT SERVICE certification system and recognizes the current version of the Testing and Certification Regulations, Standard Terms and Conditions and the Price List.

Eine Auswahl unserer Prüfzeichen

A selection of our certification marks

L

B

A

N 37a

G

E 1

E 20

N 61

Q1b/Q2b/Q3b
Für QM-Systeme
For Quality systems

N

Eigenschaften
Ihres Produkts
Features of
your product

Europäische Akkreditierungen

1997

EU-Niederspannungsrichtlinie 73/23/EWG

EU-Spielzeugrichtlinie 88/378/EWG

EU-Richtlinie für aktive medizinische Implantate 90/385/EWG

EU-Richtlinie für Medizinprodukte 93/42/EWG

EU-Richtlinie für Gasverbrauchseinrichtungen 90/396/EWG

EU-Richtlinie für persönliche Schutzausrüstungen 89/686/EWG

EU-EMV-Richtlinie 89/336/EWG

EU-Richtlinie für Telekom.-Endeinrichtungen 91/263/EWG (Prüflabor)

EU-Richtlinie für Maschinen 89/392/EWG

EN 45011 Zertifizierung von Produkten (allgemein), (DAP-ZE-01.123-00-91)

EN 45012 Zertifizierung von Qualtätsmanagement-Systemen (TGA-ZQ-008/93, TGA-ZM-60-95-11)

EN 45012 Zertifizierung von Umweltmanagement-Systemen (TGA-ZM-56-95-60)

European Accreditations

1997

EU Low Voltage Directive 73/23/EEC

EU Toys Directive 88/378/EEC

EU Directive for Active Implantable Medical Devices 90/385/EEC

EU Directive for Medical Devices 93/42/EEC

EU Directive for Gas Appliances 90/396/EEC

EU Directive for Personal Protective Equipment 89/686/EEC

EU EMC Directive 89/336/EEC

EU Directive for Telecom Terminal Equipment 91/263/EEC (test lab)

EU Directive for Machinery 89/392/EEC

EN 45011 Certification of Products (general), (DAP-ZE-01.123-00-91)

EN 45012 Certification of Qualtiy Systems (TGA-ZQ-008/93, TGA-ZM-60-95-11)

EN 45012 Certification of Environmental Management Systems (TGA-ZM-56-95-60)

TÜV PRODUCT SERVICE:

	Certification Body	Ridlerstrasse 31, D-80339 Munich/Germany	Phone +49/89/50084-180	Fax +49/89/50084-230
USA	Boston, MA	5 Cherry Hill Drive, Danvers, MA 01923	+1/978/739-7000	+1/978/777-8441
	Boulder, CO	5541 Central Avenue, Boulder, CO 80301-2846	+1/303/449-4165	+1/303/449-3004
	Minneapolis, MN	1775 Old Highway 8 NW, New Brighton, MN 55112	+1/651/631-2487	+1/651/638-0285
	San Diego, CA	10040 Mesa Rim Road, San Diego, CA 92121	+1/619/546-3999	+1/619/546-0364

Turbidity measurement with Turbiquant®

Overview of devices

The method of measurement employed in the TURBIQUANT® 1100 / 1500 / 3000 IR conforms with EN ISO 7027, that used in the TURBIQUANT® 1100 / 1500 / 3000 T models follows the recommendations of the USEPA.

TURBIQUANT® 1100 IR or 1100 T

The TURBIQUANT® 1100 is a portable turbidimeter which works on batteries. The 4 standard batteries allow more as 5000 measurements. The easy use, the compact carry-case and the watertight housing - to protect the electronic components - all these are features that make the new TURBIQUANT® 1100 IR or 1100 T the ideal device for analysis in the field.

IR: Light source IR LED
T: Light source tungsten-halogen lamp

Ord. No.	Article
new 1.18324.0001	**TURBIQUANT® 1100 IR turbidimeters,** portable

scope of delivery	2 empty cuvettes, manual, handy hints, case, 4 batteries		
measuring principle	nephelometric – 90° scattered light conform with EN ISO 7027		
light source	IR LED		
indication of units	NTU / FNU		
measuring range	0.01...1100 NTU		
resolution	0.01	within the range	0.01 < x < 99.99 NTU
	0.1	within the range	100 < x < 999.9 NTU
	1	within the range	1000 < x < 1100 NTU
accuracy	± 2 % of reading or ± 0.1 NTU, for range 0 - 500 NTU ± 3 % of reading for range 500 - 1100 NTU		
calibration	automatic 1 to 3 points		
response time	14 seconds		
cuvettes	25 x 45 mm		
sample volume	15 ml		
protection type	designed to meet IP 67		
GLP function	control of calibration intervals, self test,		
power requirements	4 alkali manganese AAA/Micro		
registration	CE		
warranty	2 years		

Also required: Turbiquant® Calibration Standard Set Ord. No. 1.18335.0001

new 1.18325.0001	**TURBIQUANT® 1100 T turbidimeters,** portable

scope of delivery	2 empty cuvettes, manual, handy hints, case, 4 batteries
specifications	same as TURBIQUANT® 1100 IR, but additionally
measuring principle	nephelometric – 90° scattered light follows USEPA recommendations
light source	tungsten-halogen lamp
indication of units	NTU / FNU

Also required: Turbiquant® Calibration Standard Set Ord. No. 1.18335.0001

TURBIQUANT® 1500 IR or 1500 T

These two devices have large and readily legible displays and can be easily operated with just a few keys. The user guidance via the display is state of the art. A high sample throughput can be achieved by means of a pour through assembly.

IR: Light source IR LED
T: Light source tungsten-halogen lamp

Ord. No.	Article

1.18330.0001 **TURBIQUANT® 1500 IR turbidimeters**

scope of delivery	universal power supply / plug, 3 empty cuvettes, manual, handy hints		
measurement modes	nephelometric (non ratio) conform with EN ISO 7027		
light source	IR LED		
indication of units	NTU		
measuring range	0 - 1000 NTU		
resolution	max. 0.01	within the range	0 < x < 10 NTU
	max. 0.1	within the range	10 < x < 100 NTU
	max. 1	within the range	100 < x < 1000 NTU
accuracy	± 2 % of reading or ± 0.01 NTU, for range 0.00 - 1000 NTU		
repeatability	< ± 1% of reading or ± 0.01 NTU		
calibration	automatic 1 to 3 points		
response time	< 3 seconds		
cuvettes	28 x 70 mm		
sample volume	25 ml		
serial input / output	RS 232, uni-directional		
real time clock	integrated		
GLP function	control of calibration intervals, self test		
power requirements	universal power supply / plug		
registration	CE, UL, CSA, TÜV-GS		
warranty	2 years		

Also required: Turbiquant® Calibration Standard Set Ord. No. 1.18328.0001

1.18331.0001 **TURBIQUANT® 1500 T turbidimeters**

scope of delivery	universal power supply / plug, 3 empty cuvettes, manual, handy hints
specifications	same as TURBIQUANT® 1500 IR, but additionally
measurement modes	nephelometric (non ratio) follows USEPA recommendations
light source	tungsten-halogen lamp

Also required: Turbiquant® Calibration Standard Set Ord. No. 1.18328.0001

TURBIQUANT® 3000 IR or 3000 T

In addition to the specified features of the TURBIQUANT® 1500 IR and 1500 T the user can select different measurement modes and indications of the measurement results. The TURBIQUANT® 3000 IR, for example, can display the following units:

NTU (Nephelometric Turbidity Units, 90° scattered-light measurement)
EBC (Recommendation of the European Brewery Commission)
FNU (Formazine Nephelometric Units, i.e. calibration with formazine)
FAU (Formazine Attenuation Units, i.e.: DIN measurement above 40 FNU).

The methods that are available are those of nephelometry, light-transmission measurement, and ratio measurement. It is also possible to measure in the continuous mode with a low-pressure flow-through assembly using a purging gas.

Ord. No.	Article
1.18332.0001	**TURBIQUANT® 3000 IR turbidimeters**

scope of delivery	universal power supply / plug, 3 empty cuvettes, manual, handy hints
measurement modes	nephelometric (non ratio / ratio selectable) conform with EN ISO 7027
light source	IR LED
indication of units	NTU, FNU, FAU, EBC
measuring range	0 - 10 000 NTU 0 - 10 000 FNU 0 - 10 000 FAU 0 - 2450 EBC
resolution	selectable 0.1 - 0.0001 NTU max. 0.0001 within the range 0 < x < 10 NTU max. 0.001 within the range 10 < x < 100 NTU max. 0.01 within the range 100 < x < 1000 NTU max. 0.1 within the range 1000 < x < 10 000 NTU
accuracy	± 2 % of reading or ± 0.01 NTU, for range 0.00 - 1000 NTU ± 5 % of reading for range 1000 - 4000 NTU ± 10 % of reading for range 4000 - 10 000 NTU
repeatability	< ± 1% of reading or ± 0.01 NTU
calibration	automatic 1 to 4 points (to 1750 NTU) 10 000 NTU selectable
response time	< 6 seconds
cuvettes	28 x 70 mm
sample volume	25 ml
serial input / output	RS 232, bi-directional
real time clock	integrated
GLP function	control of calibration intervals, self test, calibration and instrument configuration are access code protected
power requirements	universal power supply / plug
registration	CE, UL, CSA, TÜV-GS
warranty	2 years

Also required: Turbiquant® Calibration Standard Set Ord. No. 1.18329.0001

Ord. No.	Article

1.18333.0001 **TURBIQUANT® 3000 T turbidimeters**

scope of delivery	universal power supply / plug, 3 empty cuvettes, manual, handy hints
specifications	same as TURBIQUANT® 3000 IR, but additionally
measurement modes	nephelometric (non ratio) follows USEPA recommendations
light source	tungsten-halogen lamp
indication of units	NTU, EBC, Nephelos
measuring range	0 - 10 000 NTU 0 - 2450 EBC 0 - 67 000 Nephelos

Also required: Turbiquant® Calibration Standard Set Ord. No. 1.18349.0001

Accessories

Ord. No.	Article	
1.18320.0001	TURBIQUANT® 1000 / 1100 cuvettes	(1 pack = 3 pcs)
1.18336.0001	TURBIQUANT® 1500 / 3000 cuvettes	(1 pack = 3 pcs)
1.18344.0001	TURBIQUANT® 1500 IR lamp module	
1.18382.0001	TURBIQUANT® 3000 IR lamp module	
1.18338.0001	TURBIQUANT® 1500 / 3000 tungsten lamp module	
1.18339.0001	TURBIQUANT® 1500 / 3000 cuvette stand	
1.18340.0001	TURBIQUANT® 1500 / 3000 pour through assembly	
1.18341.0001	TURBIQUANT® 3000 flow-through assembly	
1.09759.0001	Printer cable for TURBIQUANT® 1500 / 3000 (for serial interface)	
1.14667.0001	PC cable for TURBIQUANT® 1500 / 3000 (for serial interface)	

Standards

TURBIQUANT® Primary calibration standard

AMCO-AEPA-1® Microspheres are cited as Primary Calibration Standards in compliance with USEPA Method 180.1. (see also: Standard Methods for Examination of Water and Wastewater 21st Edition (2005), Section 2130, Turbidity).

The standards are also accepted as “Alternative Use Secondary Standards” equivalent to freshly prepared Formazin suspensions Ref. EN IS0 7027: 1999 Water Quality - Determination of Turbidity.

The new TURBIQUANT® Calibration standards offer the following advantages:

1. The new primary standards have approvals which secondary standards do not have.
2. Instruments used in drinking water analysis no longer need to be certified with separate primary standards.
3. Clear records of final inspection are included in each set.
4. The new standards have an unrivalled precision. As a result tolerances for the TURBIQUANT® standards were altered:

10 NTU	+/- 1%
100 NTU	+/- 1%
1 000 NTU	+/- 1%
1750 NTU	+/- 2%
10 000 NTU	+/- 2%

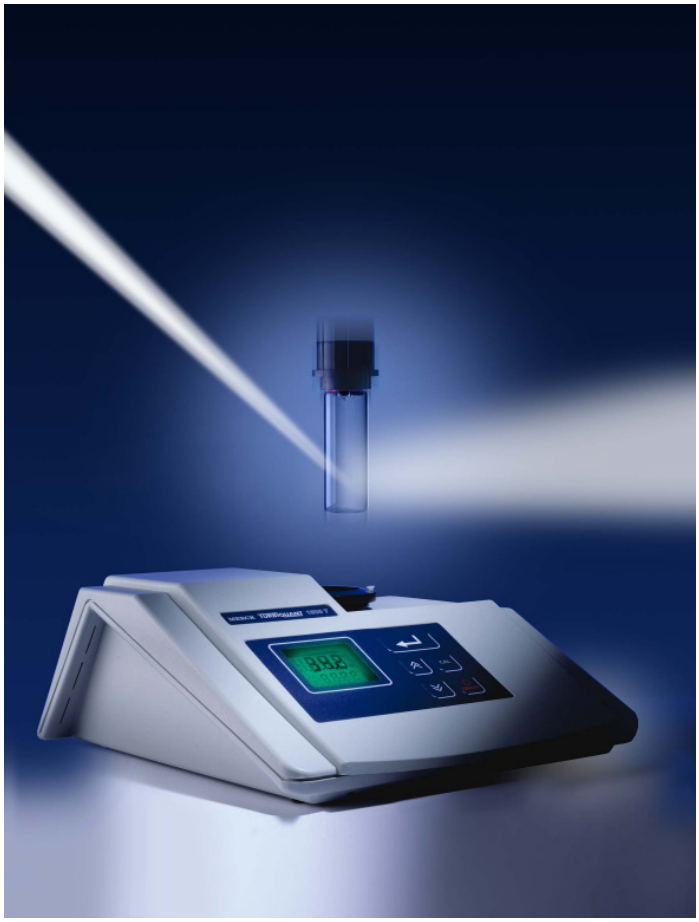
5. The standards are ready-to-use.
6. **They are non-toxic.**
7. They are unproblematic to store and transport.

Ord. No.	Article
1.18327.0001	**TURBIQUANT 1000 IR Calibration standard set** 4 Standards 0.02 - 10.0 – 100.0 - 1000 NTU
1.18335.0001	**TURBIQUANT® 1100 IR / 1100 T Calibration standard set** 3 Standards 0.02 - 10.0 - 1000 NTU
1.18328.0001	**TURBIQUANT® 1500 IR / 1500 T Calibration standard set** 3 Standards 0.02 - 10.0 - 1000 NTU
1.18329.0001	**TURBIQUANT® 3000 IR Calibration standard set** 4 Standards 0.02 - 10.00 - 100.0 - 1750 NTU
1.18349.0001	**TURBIQUANT® 3000 T Calibration standard set** 4 Standards 0.02 - 10.00 - 100.0 - 1750 NTU
1.18342.0001	**TURBIQUANT® 3000 IR Calibration standard** 10 000 NTU
1.18343.0001	**TURBIQUANT® 3000 T Calibration standard** 10 000 NTU

TURBIQUANT® 1500 IR

TURBIQUANT® 1500 T

TURBIDIMETER
OPERATING MANUAL



TURBIQUANT® is a registered trademark of Merck KGaA, Darmstadt, Germany

14.11.2007

Accuracy when going to press

The use of advanced technology and the high quality standard of our instruments are the result of continuous development. This may result in differences between this operating manual and your instrument. We cannot guarantee that there are absolutely no errors in this manual. We are sure you will understand that we cannot accept any legal claims resulting from the data, figures or descriptions.

Warranty declaration

The designated instrument is covered by a warranty of 2 years from the date of purchase.
The instrument warranty extends to manufacturing faults that are determined within the period of warranty. The warranty excludes components that are replaced during maintenance such as lamps, etc.

The warranty claim extends to restoring the instrument to readiness for use but not, however, to any further claim for damages. Improper handling of the instrument invalidates any warranty claim.

To ascertain the warranty liability, return the instrument and proof of purchase together with the date of purchase freight paid or prepaid.

Copyright

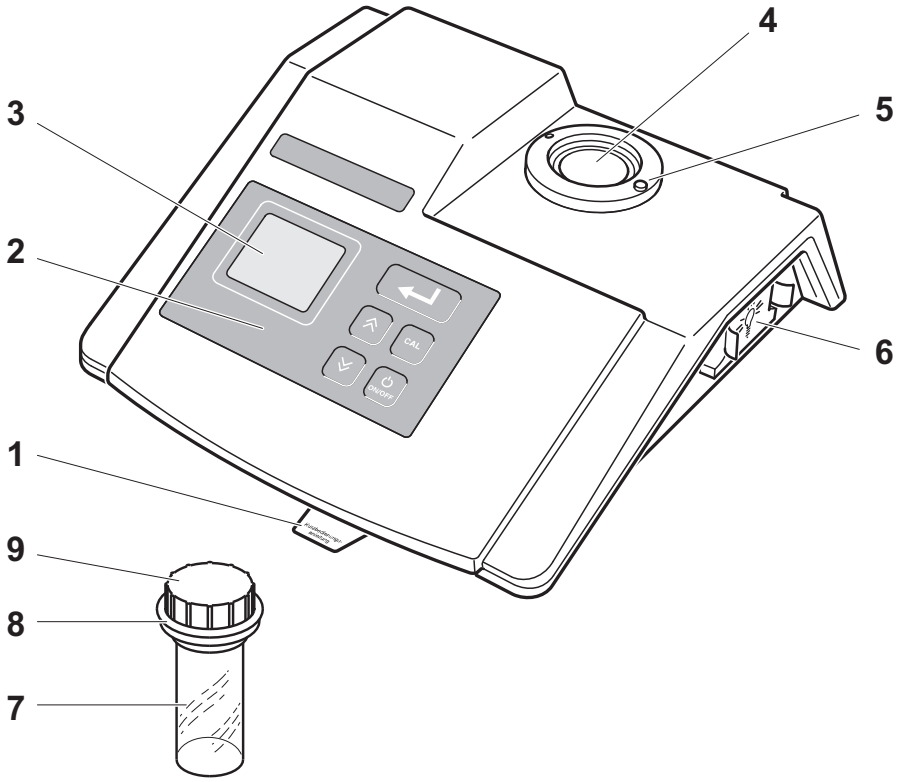
© Merck KGaA
Frankfurter Str. 250
D-64271 Darmstadt
Germany
Fax: +49 (0) 6151 / 72 - 91 28 23
E-mail: environmental.analysis@merck.de
Internet: http://fea.merck.de

Reprint - even in the form of excerpts - is only allowed with the explicit written authorization of Merck KGaA, Darmstadt.

1 Overview 59
1.1 Keypad 60
1.2 Display 61
1.3 Sockets 61
2 Safety 62
2.1 Authorized use 63
2.2 General safety instructions 63
3 Commissioning 65
3.1 Initial commissioning 65
3.2 Connecting the plug-in power supply 66
3.3 Switching on the measuring instrument 67
4 Operation 68
4.1 Instructions for operating 68
4.1.1 Marking and aligning cells 68
4.1.2 Venting the sample 70
4.2 Measuring turbidity 71
4.2.1 Standard measurement 71
4.2.2 Measuring turbidity using the pour-through assembly (accessory) 74
4.3 Calibration 78
4.4 Configuring the instrument 82
4.4.1 Changing settings 82
4.4.2 Reset 85
4.5 Documentation 86
4.5.1 Connecting the printer 86
4.5.2 Printing 86
5 Maintenance, cleaning, diposal 88
5.1 Maintenance 88
5.1.1 Changing the lamp module 88
5.1.2 Changing the batteries 89
5.2 Cleaning 91
5.2.1 Cleaning the measuring instrument 91
5.2.2 Cleaning the cells 91
5.3 Disposal 92
6 What to do if 93
7 Technical Data 96
8 Turbiquant® product program 98
9 Abbreviations and index 99
10 Preparation of Formazine ($C_2H_4N_2$) Primary Standard 4000 NTU 101

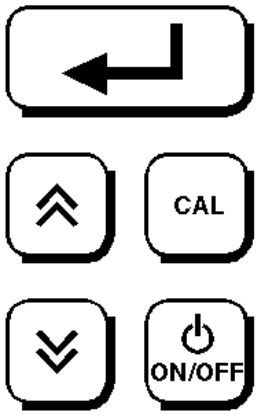
1 Overview

The Turbiquant® 1500 T / Turbiquant® 1500 IR lets you perform turbidity measurements rapidly and reliably.
The measuring method used in the Turbiquant® 1500 IR corresponds to the EN ISO 7027. The measuring method used in the Turbiquant® 1500 T follows the US EPA construction recommendations.



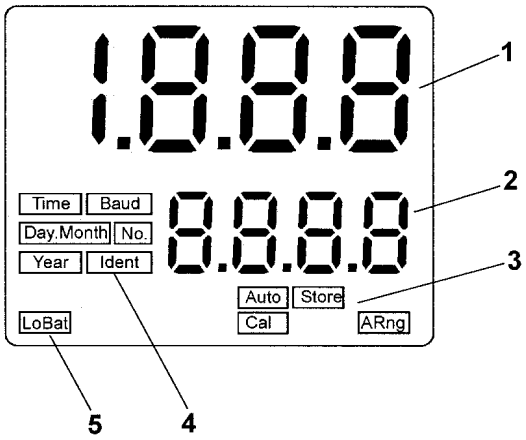
1 Short instructions
2 Keypad
3 Display
4 Cell shaft
5 Marker pin
6 Lamp module
7 Cell
8 Marker ring
9 Light protection cap

1.1 Keypad



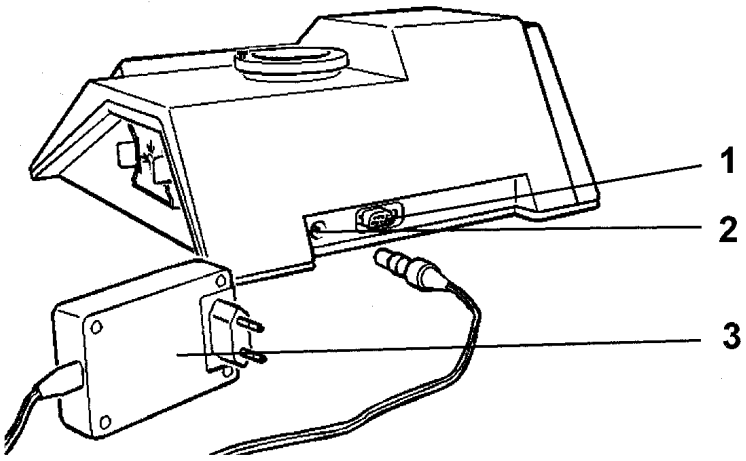
- ↵ key
  Store / output the measured value
- ⌃ key
  Increase values; Select settings
- ⌄ key
  Reduce values; Select settings
- CAL key
  Call up / terminate calibration procedure
- ON/OFF key
  Switch measuring instrument on / off

1.2 Display



1 Upper display line:
Meas. value display in NTU / operating guide
2 Lower display line:
Stored meas. value / operating guide / error messages
3 Status displays
4 Operating guide on setting up
5 LoBat: Request to change the battery

1.3 Sockets



1 RS232 interface
2 Socket for plug-in power supply
3 Plug-in power supply

2 Safety

This operating manual contains basic instructions that you must follow during the commissioning, operation and maintenance of the instrument. Consequently, all responsible personnel must read this operating manual before working with the instrument.
The operating manual must always be available within the vicinity of the instrument.

Target group

This measuring instrument was developed for use in the laboratory. Thus, we assume that, as a result of their professional training and experience, the operators will know the necessary safety precautions to take when handling chemicals.

Symbols used

Warning
indicates notes that you must read to protect your instrument from damage.

Note
indicates notes that draw your attention to special features.

Note
indicates references to other documents, e.g. application reports, operating manuals of measuring chains, etc.

2.1 Authorized use

This instrument is authorized exclusively for use in measuring turbidity in the laboratory.
The technical specifications as given in the chapter, TECHNICAL DATA, must be observed. Only the operation and running of the measuring instrument according to the instructions given in this operating manual is authorized.
Any other use is considered **unauthorized**.

2.2 General safety instructions

This instrument left the factory in a safe and secure technical condition.

Function and operational safety

The smooth functioning and operational safety of the instrument can only be guaranteed if the generally applicable safety measures and the specific safety instructions in this operating manual are followed.

The smooth functioning and operational safety of the instrument can only be guaranteed under the climatic conditions specified in the chapter, TECHNICAL DATA.

If the instrument was transported from a cold environment to a warm environment, the formation of condensate can lead to the faulty functioning of the instrument. In this event, wait until the temperature of the instrument reaches room temperature before putting the instrument back into operation.

Safe operation

If safe operation is no longer possible, the instrument must be taken out of service and secured against inadvertent operation.

Safe operation is no longer possible if:

- the instrument has been damaged in transport,
- the instrument has been stored under adverse conditions for a lengthy period of time,
- the instrument is visibly damaged,
- the instrument no longer operates as prescribed in this manual.

If you are in any doubt, please contact your dealer or the local Merck subsidiary.

Obligations of the operator

The operator of this measuring instrument must ensure that the following laws and guidelines are observed when using dangerous substances:

- EEC directives for protective labor legislation
- National protective labor legislation
- Safety regulations
- Safety datasheets of the chemical manufacturer

3 Commissioning

Scope of delivery

- Turbiquant® 1500 T or Turbiquant® 1500 IR laboratory measuring instrument with short instructions card
- Operating manual
- Universal plug-in power supply with country-specific adapter
- 3 empty cells

3.1 Initial commissioning

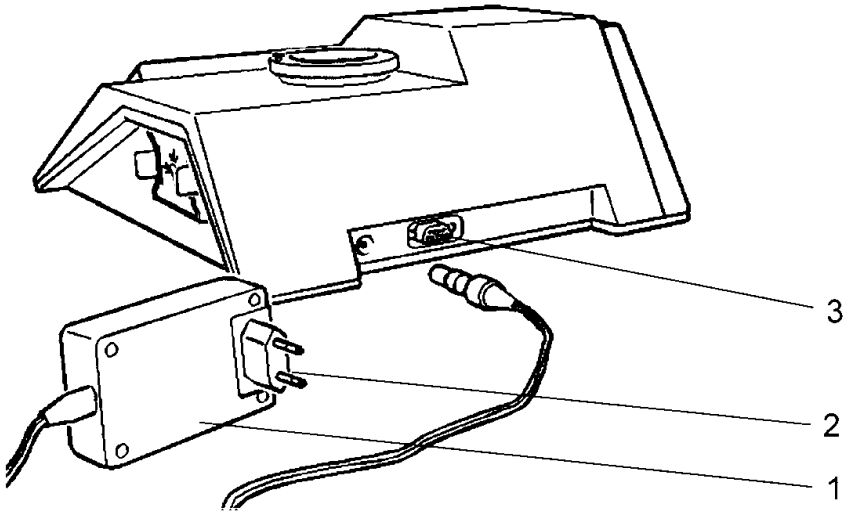
Inserting the card with the short instructions

The first time the instrument is commissioned, you must insert the card that was delivered containing the short instructions into the underside of the measuring instrument:

1	Turn the instrument around and carefully put it down
2	Insert the card with the short instructions so that the English side is not visible
3	Turn the instrument around again. The short instruction card can now be pulled forward from under the instrument.

3.2 Connecting the plug-in power supply

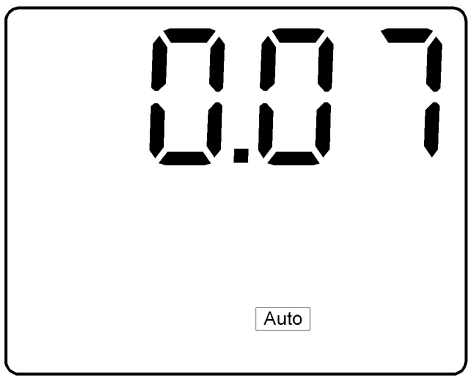
1	Plug the original Merck plug-in power supply (1) into the socket (3) of the measuring instrument.
2	Plug in the appropriate adapter (2) to the plug-in power supply.
3	Connect the plug-in power supply to an easily accessible socket.



3.3 Switching on the measuring instrument

1	Place the measuring instrument on a flat surface and protect it against intensive light and heat.
2	Press the ON/OFF key. All the display elements appear briefly on the display. The measuring instrument then switches automatically to the measuring mode: A measured value and the Auto display appear.
3	Set the date and time, if necessary (see 4.4.1 CHANGING SETTINGS)
4	The measuring instrument has a warm-up period of at least 30 minutes. After this time, the measuring instrument measures with the specified accuracy.

Sample display



Note

Even if it is not measuring, always leave a cell plugged into the instrument so that the cell shaft is protected against dust.

4 Operation

4.1 Instructions for operating

4.1.1 Marking and aligning cells

Even completely clean quality cells exhibit tiny differences in their light transmittance. Therefore, we recommend marking each cell (both measuring cells as well as cells with the calibration standard). Consequently, each cell can always be inserted in the correct position and you can achieve precise measuring results..

Cleaning the cell

The cell must be absolutely clean (see 5.2.2 CLEANING THE CELLS).

Marking the cell

This is how to mark a cell (empty or full):

1	The cell must be closed with the black light protection cap. Make sure that the outside of the cell is clean, dry and free of fingerprints.
2	Insert the cell in the cell shaft of the turbidity measuring instrument.
3	Slowly rotate the cell through one complete rotation (by 360°).
4	Watch the display of the turbidity measuring instrument while you rotate the cell. Leave the cell in the position that gives the lowest display.
5	Attach a marker ring to the black light protection cap of the cell. The arrow on the marker ring must point to the marker pin on the casing of the cell shaft.
6	Leave the marker ring on the light protection cap of the cell. This cell is now permanently marked.

Note
Always use the cell and the light protection cap together; only in this way is the cell marked.

Aligning a marked cell

A marked cell is aligned as follows:

1	Insert the cell in the cell shaft on the turbidity measuring instrument.
2	Align the marked cell so that the arrow on the marker ring points to the marker pin on the casing of the cell shaft.

Aligning an unmarked cell

An unmarked cell is aligned as follows:

1	Insert the cell in the cell shaft on the turbidity measuring instrument.
2	Slowly rotate the cell through one complete rotation (by 360°)
3	Watch the display of the turbidity measuring instrument while rotating the cell. Leave the cell in the position that gives the lowest display.

Balancing cells

Even insignificant variations in the glass can affect the measured value. For this reason, always use the same cell or balance a pair of cells for low turbidity values:

1	Fill the first cell with the sample, align it and mark it (see 4.1.1 MARKING AND ALIGNING CELLS)
2	Press the ↵ key to store the measured value.
3	Fill the second cell with the same sample and insert it in the cell shaft.
4	Rotate the cell until the same measured value is displayed as for the first cell.
5	Mark the cell with a marker ring.

4.1.2 Venting the sample

Air bubbles in the sample affect the measuring result to a massive extent because they have a large scattering effect on the incident light. Larger air bubbles cause sudden changes in the measured values whereas smaller air bubbles are recorded by the instrument as turbidity. Therefore, avoid or remove air bubbles:

Avoiding or removing air bubbles

- During sampling, ensure all movement is kept to a minimum
- If necessary, vent the sample (ultrasonic baths, heating or adding a surface-active substance to reduce the surface tension)
- Use a pour-through assembly.

4.2 Measuring turbidity

4.2.1 Standard measurement

Preparatory activities

Perform the following preparatory activities when you want to begin measuring:

1	Switch on the instrument
2	Wait for at least 30 minutes to allow for the warm-up time.

Note
Incorrect calibration of the turbidity measuring instrument results in incorrect measured values. Carry out the calibration regularly at the specified fixed intervals.

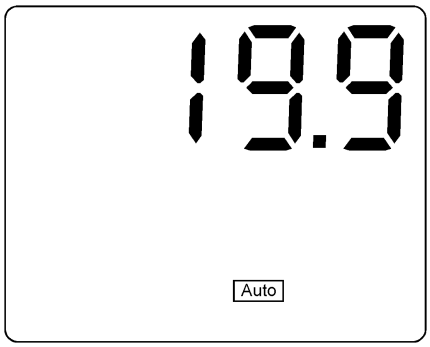
Note
The outside of the cell must always be clean, dry and free of fingerprints. Clean the cell before starting to measure (see 5.2.2 CLEANING THE CELLS). Only hold the cells at the top or by the black light protection cap.

Measuring

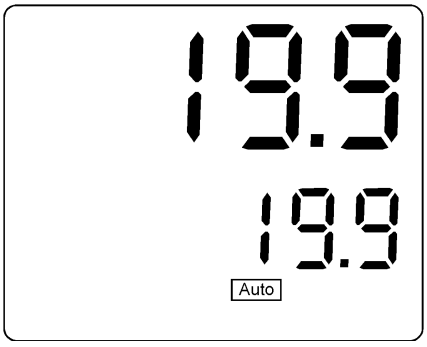
How to measure the turbidity of a sample:

1	Rinse out a clean cell with the sample to be measured: Pour approximately 20 ml sample into the cell. Close the cell and rotate it several times before throwing the sample away.
2	Repeat the rinsing procedure twice more.
3	Fill the cell with the sample to be measured (approx. 30 ml). Close the cell with the black light protection cap.
4	Make sure that the outside of the cell is clean, dry and free of fingerprints.
5	Insert the cell in the cell shaft of the turbidity measuring instrument.

6	Align the cell (see 4.1.1 MARKING AND ALIGNING CELLS)
7	The turbidity value appears in nephelometric turbidity units (NTU) on the display. The instrument automatically selects the measuring range and resolution.



8	If you want to measure and compare more than one sample, press the ↵ key. The last measured value is stored and appears in the lower display line. The upper display line continues to show the current measured value. If the print function is switched on, the value can also be output on the RS232 interface by pressing the ↵ key.



9	Repeat steps 1 to 8 for all the samples.
10	After measuring, always leave a cell plugged into the instrument so that the optical shaft is protected against dust.

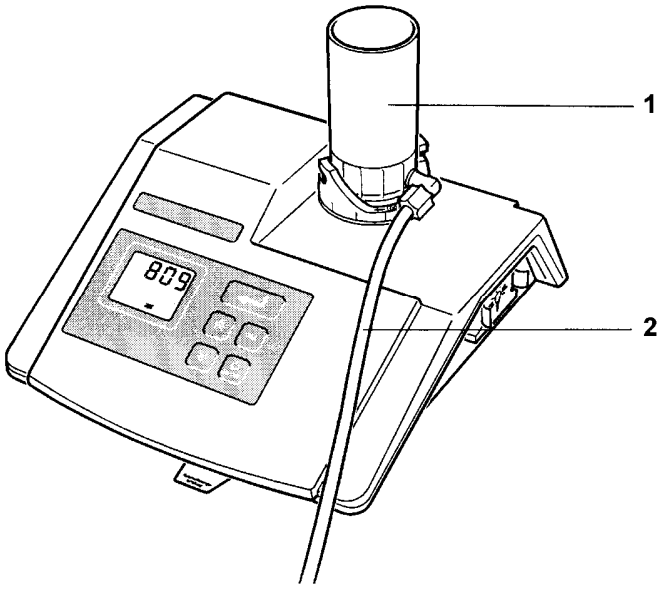
If the print function is switched on and a printer or PC is connected and switched on, the time, date and measured value will be output by pressing ↵ :

Sample printout

13:17	15 JAN 2003	19.09 NTU
13:18	15 JAN 2003	756 NTU

4.2.2 Measuring turbidity using the pour-through assembly (accessory)

The pour-through assembly (Merck order number 1.18340.0001) fits any Turbiquant® 1500 T or Turbiquant® 1500 IR instrument and enables you to measure several samples one after another quickly and easily. Any interference effects caused by air bubbles are reduced. Besides, you do not have to use balanced cells for comparative measurements as always the same cell is used.



1 Pour-through assembly
2 Outlet hose

Preparatory activities

Carry out the following preparatory activities before you install the pour-through assembly:

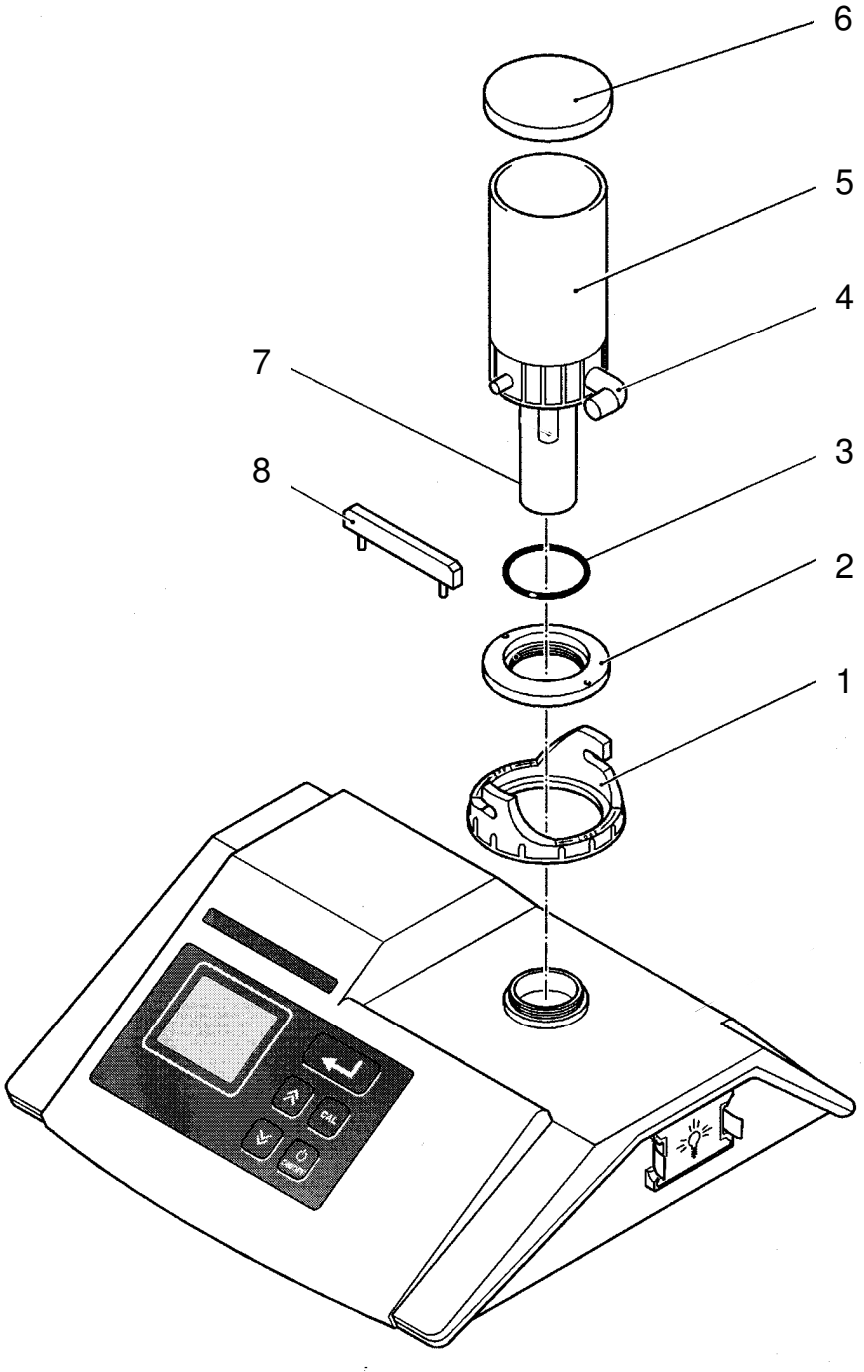
1	Switch on the instrument
2	Wait for the 30 minutes warm-up time.

Installing a pour-through assembly

To install the pour-through assembly, proceed as follows:

1	Pull the white marker pin out of the casing (2) of the cell shaft.
2	Unscrew and remove the casing (2) using the tightening key (8) provided.
3	Place the fixing ring (1) on the cell shaft.
4	Reattach the casing (2) and tighten it up using the tightening key (8).
5	Insert the white marker pin again in one of the holes on the casing.
6	Insert the sealing ring provided (3) into the casing of the cell shaft.
7	Screw the screw-in cell (7) into the base of the pour-through assembly (5).
8	Make sure that the outside of the cell is clean, dry and free of fingerprints.
9	Insert the pour-through assembly (5) with the cell at the bottom into the cell shaft of the measuring instrument.
10	Align the pour-through assembly with the cell (see ALIGNING AN UNMARKED CELL).
11	Leave the pour-through assembly in this position and hold it by the lower, knurled section.
12	Using the other hand, turn the fixing ring (1) clockwise so that it clicks into place and secures the pour-through assembly.
13	Plug the outlet hose onto the outlet (4) and position it so that its end is lower than the pour-through assembly and the sample can run out into a suitable vessel or drain.
14	Replace the lid (6).

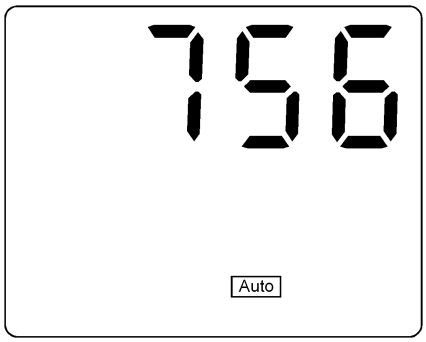
Note
The pour-through assembly can remain installed until the next calibration.



Note
If you use the pour-through assembly, you do not need to rinse the cell 3x with the sample. The sample rinses the cell as it flows through. Even the forming of air bubbles is considerably reduced.

Measuring

1	Remove the cover from the pour-through assembly.
2	Slowly pour approximately 500 ml sample into the container of the pour-through assembly. The sample runs through the vessel into the cell and any excess sample runs out again through the outlet hose. In this way, any “old” sample liquid that remains will be displaced.
3	When no more liquid runs out of the outlet hose, wait for a stable measured value and read it.



4	If you want to measure and compare several samples, press the ↵ key. The last measured value is stored and appears in the lower display line.
5	Repeat steps 1 to 4 for all the samples.

Note
If you pour in samples that are too cold, the outside of the cell may mist up causing the measured value to be much too high. We recommend waiting until the sample has reached room temperature before filling.

4.3 Calibration

Why calibrate?

As with every measuring instrument, the measuring accuracy of the turbidity measuring instrument must be checked and adjusted at regular intervals. For this purpose, you need 3 calibration standards (0.02 NTU, 10.00 NTU, 1000.00 NTU) which are available as accessories (see chapter 8, TURBIQUANT® PRODUCT PROGRAM).

Note
Basically, for measurements according to EN ISO and also for standard methods, calibrations with formazine are required. Please refer to chapter PREPARATION OF FORMAZINE PRIMARY STANDARD 4000 NTU.

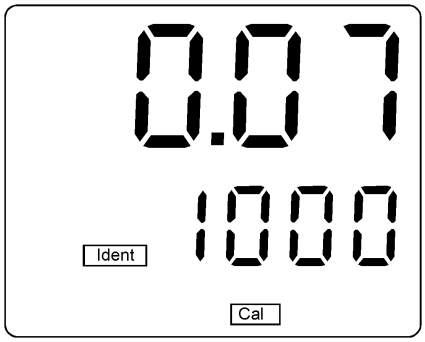
Preparative activities

Perform the following preparatory activities if you want to calibrate:

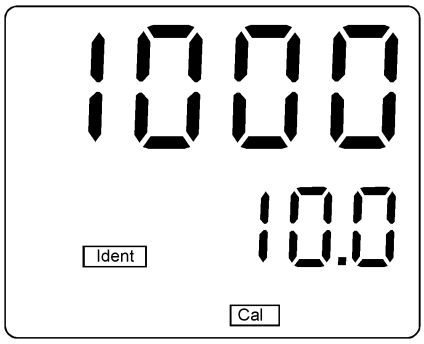
1	Switch on the measuring instrument.
2	Wait for the 30 minutes warm-up time.
3	Have the calibration standard ready.
4	Make sure that the outside of the cell is clean, dry and free of fingerprints.

Calibration How to calibrate your measuring instrument:

1	Press the CAL key. The Ident display and the Cal display appear. The number 1000 appears in the lower display line.

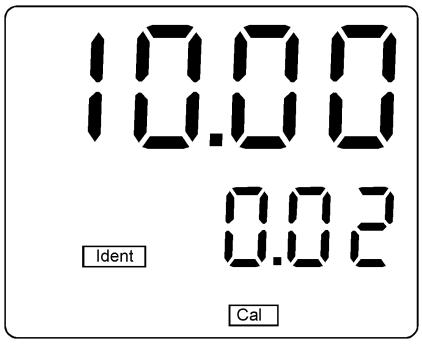


2	Insert the 1000 NTU calibration standard in the cell shaft.
3	Align the cell and wait for a stable measured value.
4	Press the ↵ key. The Store display flashes for approximately 3 seconds. The number 1000 (NTU) appears in the upper display line. The number 10.0 (NTU) appears in the lower display line



5	Insert the 10.0 NTU calibration standard in the cell shaft.
6	Align the cell and wait for a stable measured value.

7	Press the ↵ key. The Store display flashes for approximately 3 seconds. The number 10.0 (NTU) appears in the upper display line. The number 0.02 (NTU) appears in the lower display line .



8	Insert the 0.02 NTU calibration standard in the cell shaft.
9	Align the cell and wait for a stable measured value.
10	Press the ↵ key. The calibration is complete and the instrument returns automatically to the normal measuring mode.

Note
It is only possible to switch the instrument off after the calibration has been finished.

Notes

- The measuring instrument has an automatic 1 to 3 point calibration. This means that you can also perform calibration using one or two standards instead of all three.
- 1 point and 2 point calibrations are makeshift solutions. They do not reset the calibration timer. After performing a calibration using one or two standards, press the CAL key and the measuring instrument returns to its normal measuring mode.

- After a 1 point calibration, measuring is only possible in the immediate vicinity of the calibration point.
- For a 2 point calibration, you must use 2 calibration standards next to each other. Measuring is then possible with a reduced accuracy between the calibration points.
- To achieve the precision specified in the technical data, you must perform the calibration using all 3 calibration standards in the specified sequence.

4.4 Configuring the instrument

4.4.1 Changing settings

You can perform the following settings:

- Date (YYYY/MM/DD)
- Time (min/sec)
- Calibration interval (1 - 99 days)
  After the set calibration interval expires, the Cal message appears on the display until the measuring instrument has been recalibrated).
- Print function (on or off)
  If the print function has been set up, measured values that have been confirmed by the ↵ key are output on the RS232 interface (to a connected printer or PC).
- Baud rate (1200, 2400, 4800, 9600 - only if the print function is active).

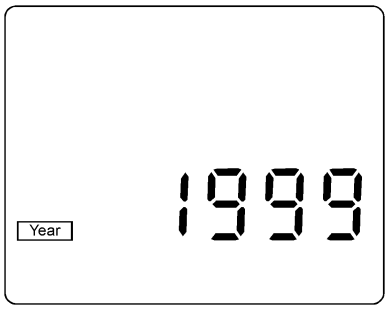
The settings remain stored in the instrument.

Note
Settings are made in this measuring instrument following a compelled guidance. If you have called up the setting function once, you can only leave this function if you have run through all the settings one after the other and confirmed this by pressing the ↵ key. Following the last possible setting, the instrument returns to its normal measuring mode. You can switch off the instrument only after you have left the setting function.

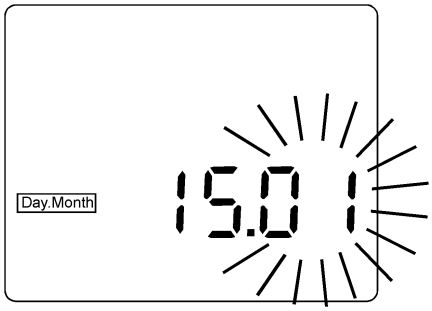
Making settings

If you want to make any settings, proceed as follows:

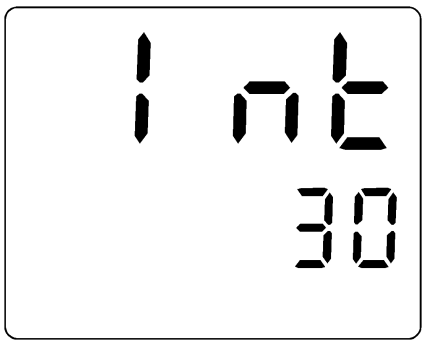
1	Press the ⌄⌄ and ⌃⌃ keys at the same time. The Year message and the set up year appears.



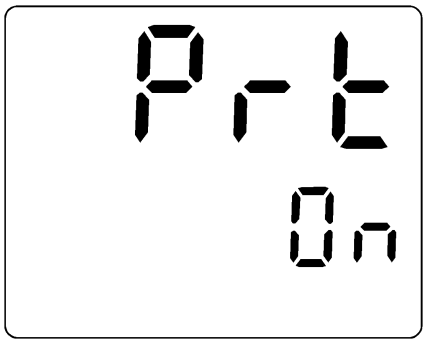
2	To change the year press ⌄⌄ or ⌃⌃ .
3	Confirm by pressing ↵. The instrument automatically shows the next possible setting, the date. The Day.Month message appears and the number of the month flashes.



4	To change the month, press ⌄⌄ or ⌃⌃ and confirm by pressing ↵. The number of the day flashes.
5	To change the day, press ⌄⌄ or ⌃⌃ and confirm by pressing ↵. The Time display appears.
6	Set the time (minutes and seconds) with ⌄⌄ or ⌃⌃ and confirm by pressing ↵. The Int (calibration interval) message appears.



7	To change the calibration intervals, press ⌄ or ⌃ until the required number of days is displayed.
8	Confirm by pressing ↵. The Prt (printing) message appears.



9	To switch the print function to on (On) or off (OFF), press ⌄ or ⌃ until the required setting is displayed.
10	Confirm by pressing ↵. If the print function was switched off, the instrument returns to its normal measuring mode. If the print function was switched on, the Baud message appears.
11	Set the required Baud rate by pressing ⌄ or ⌃.
12	Confirm by pressing ↵. The settings are complete and the instrument returns to its normal measuring mode.

4.4.2 Reset

Basic settings

The following functions are reset to the delivery status (initialized) if a Reset is performed:

Setting point	Delivery status
Calibration interval	30 days
Printing	Off
Baud	4800

To reset the settings, proceed as follows:

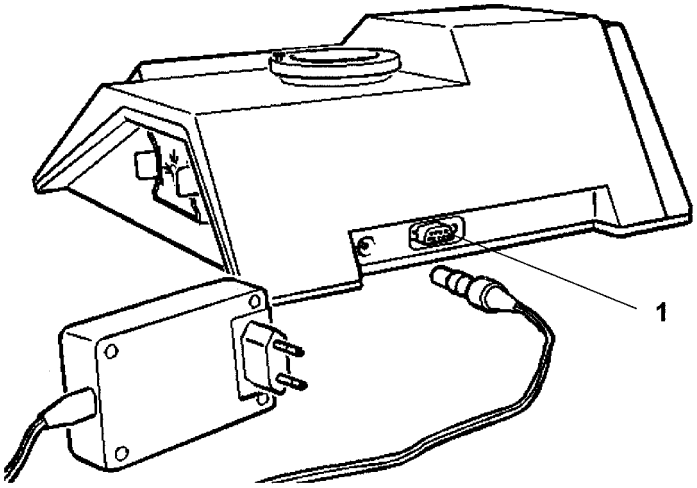
1	Press the ⌃ key and hold it down.
2	Press the CAL key.

The settings are reset to the status they had on delivery. The instrument continues to operate in the normal measuring mode. The date and time must be set again.

4.5 Documentation

If the instrument is connected to a printer or PC, the measured values can be documented via the printer or PC. Information on suitable cables is given in chapter 8, TURBIQUANT® PRODUCT PROGRAM.

4.5.1 Connecting the printer



1	Plug the printer cable into the RS232 interface (1) of the instrument.
2	Connect the printer cable to the printer.

4.5.2 Printing

Note

Printing can only function if the measuring instrument is switched on and the print function is active (on). In addition, the correct Baud rate must be set up (4800 Baud).
Please refer to the printer manual or handbook how to configure the printer.

1	Switch on the printer.
2	Press the ↵ key. The measured value is printed together with the time and date.

Sample printout

```
13:17     15 JAN 2003     19.09 NTU
13:18     15 JAN 2003       756 NTU
```

Note
After calibration, if the print function is switched on and a printer is connected, the calibration protocol is printed out automatically.

Sample printout

```
DATE:              15 JAN 2003     13:20

LAST CAL:          17 DEC 2002     17:03

CALIBRATION INTERVAL:                30
                                     DAYS

CALIBRATION POINTS:

STANDARD             DATE          TIME
  0.02 NTU       15 JAN 2003       13:20
  10.0 NTU       15 JAN 2003       13:20
  1000 NTU       15 JAN 2003       13:19

30 DAYS UNTIL NEXT CALIBRATION
```

Current date and time

Date and time of the last calibration

Calibration interval: 30 days

Calibration points

Calibration standard used with date and time

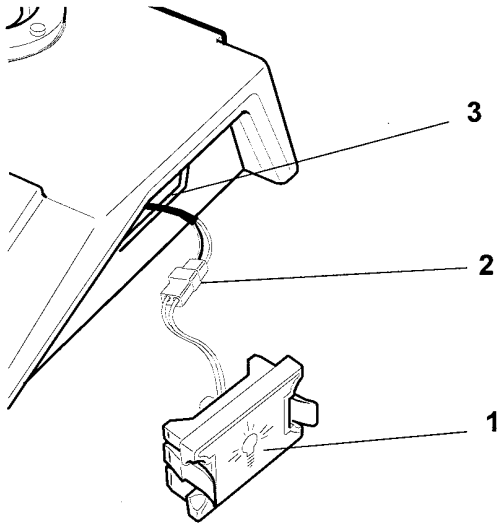
30 days until the next calibration

5 Maintenance, cleaning, diposal

5.1 Maintenance

The measuring instrument is largely maintenance-free. The maintenance required consists merely of changing the lamp module and replacing the batteries.

5.1.1 Changing the lamp module



1	Switch off the measuring instrument and disconnect it from the mains.
2	Take out the lamp module (1): Press the two grips gently together and carefully pull out the lamp module until the plug-in connection (2) is visible.
3	Pull the plug-in connection (2) apart and, thus, remove the lamp module. Do not pull on the wires while doing this.
4	Plug in the new lamp module to the plug-in connection of the instrument. Do not touch the lamp with the fingers.

5	Stow the wires in the opening (3) of the measuring instrument again. Make sure that the wires are not placed in front of the lamp and that they are not in the way of the lamp module.
6	Insert the new lamp module (lamp symbol must be vertical) so that it locks into place and a click can be heard.
7	Connect the instrument to the mains supply again and switch it on.
8	Calibrate the instrument (see 4.3 CALIBRATION). The instrument is now ready for operation again.

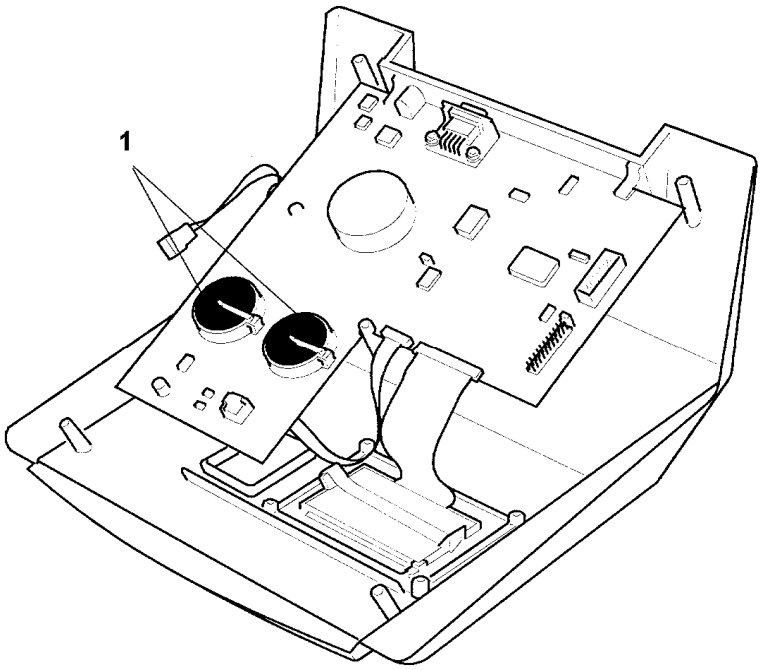
5.1.2 Changing the batteries

The batteries must be changed when the LoBat message appears (approx. every 3 years). We recommend to have the batteries exchanged by service personnel. If you want to exchange the batteries by your own, proceed as follows:

Warning

When changing the batteries, do not disconnect the instrument from the mains supply! The instrument requires a voltage supply to save the data. There is no risk to the user.

1	Switch off the instrument, do **not** disconnect from main supply.
2	Remove any cells from the instrument.
3	Remove the lamp module and undo the plug-in connection (see 5.1.1 CHANGING THE LAMP MODULE).
4	Carefully turn the measuring instrument around and safely disconnect it.
5	Remove the card with the short instructions.
6	Undo the 5 screws on the underside of the instrument using a Phillips screwdriver.
7	Remove the underside of the housing and lay it to one side.



8	Remove the two old batteries (1) and dispose of them (see 5.3 DISPOSAL)
9	Insert two new batteries (CR3032 lithium batteries) so that the positive poles point towards the clip of the battery holder.
10	Reattach the underside of the housing and guide the plug-in connector for the lamp module through the opening on the side. Tighten up the five screws again.
11	Insert the card with the short instructions.
12	Erect the instrument again.
13	Attach the lamp module and insert it again (see 5.1.1 CHANGING THE LAMP MODULE)
14	Switch on the instrument.
15	Calibrate the instrument (see 4.4 CALIBRATION). The instrument is now ready for operation again.

5.2 Cleaning

5.2.1 Cleaning the measuring instrument

Occasionally wipe the outside of the measuring instrument with a damp, lint-free cloth. Disinfect the housing with isopropanol as required.

Warning
Avoid contact with acetone or detergents that contain solvents as these can damage the housing.
Remove any splashes immediately.

5.2.2 Cleaning the cells

Cells used for measuring turbidity must always be clean. Therefore, clean them regularly:

1	Clean cells inside and out with hydrochloric acid or laboratory soap.
2	Rinse out several times with distilled water.
3	Let them dry in the air.
4	Only hold cells by the top or by the light protective cap so that the optical path is not impaired.

Note
Scratches in the glass change the optical characteristics of the cell and falsify the measured value. For this reason, never use scratched cells!

5.3 Disposal

Packing

The measuring instrument is sent out in a protective transport packing.
We recommend: Keep the packing material in case you have to send the measuring instrument back for service.
The original packing prevents the measuring instrument from being damaged during transport.

Batteries

This note refers to the battery regulation that applies in the Federal Republic of Germany. We would ask end-consumers in other countries to follow their local statutory provisions.

Note
In compliance with §14 of the battery regulation we would like to point out that this instrument contains batteries. Batteries that have been removed must only be disposed of at the recycling facility set up for this purpose or via the retail outlet. It is illegal to dispose of them in household refuse. This also applies to the disposal of the instrument at the end of its operational life.

Calibration standards

The used calibration standards can be disposed of together with the household refuse.

6 What to do if ...

Error message E-01	Cause	Remedy
	- Wrong calibration standard used	- Use the correct calibration standard
	- The lamp is defective	- Replace the lamp module

Error message E-02, E-03, E-04	Cause	Remedy
	- Wrong calibration standard used	- Switch the instrument off. Switch the instrument on again and repeat the calibration using the correct calibration standard.

Error message E-05	Cause	Remedy
	- The lamp is defective	- Replac the lamp module

"---" display	Cause	Remedy
	- The instrument is measuring but the measured value is not yet stable	- Wait for a stable measured value
	- There is a foreign body in the cell shaft	- Remove the foreign body

"LoBat" display flashes

Cause	Remedy
- The backup batteries are almost empty	- Change the batteries (see 5.1.2 CHANGING THE BATTERIES)

"Cal" display flashes

Cause	Remedy
- The calibration interval set up has expired	- Calibrate the instrument (see 4.3 CALIBRATION)

Measured values that are obviously too high

Cause	Remedy
- Cell contaminated	- Clean the cell
- Cell scratched	- Replace the cell
- Cell misted up	- Regulate the temperature of the sample before measuring
- Air bubbles in the cell	- Remove any air bubbles
- Measuring instrument needs to be calibrated	- Calibrate the measuring instrument

The sample does not run out of the pour-through assembly

Cause	Remedy
- The end of the outlet hose is placed too high	- Place the end of the hose lower than the measuring instrument
- There is a foreign body in the pour-through assembly	- Remove the foreign body

The instrument	Cause	Remedy
does not react to pressing the keys	- No energy supply	- Connect the plug-in power supply with the measuring instrument and the main power supply

Note
If a fault cannot be remedied, please contact your dealer or the local Merck subsidiary.

7 Technical Data

Ambient temperature	Storage	- 25 °C ... + 65 °C
	Operation	+10 °C ... + 40 °C
Energy supply	Plug-in power supply	Friwo FW7207/15, 15.0793 Friwo Part-No. 1812285 Input: 100 - 240 V ~ ± 10 % / 47 - 63 Hz / 400 mA (Installation category II) Output: 15 VDC / 1 A
	Backup batteries	2 x 3.0 V lithium battery CR3032
	Battery lifetime	Approx. 3 years
Dimensions and weight of the instrument	Depth	290 mm
	Width	252 mm
	Height	100 mm
	Weight	1 kg
Sample temperature	10 - 40 °C	
Measuring principle	Nephelometric	
Light source	Turbiquant® 1500 T	Tungsten lamp
	Turbiquant® 1500 IR	IR LED
Measuring range	NTU (= FTU = FNU)	0 - 1000

Resolution

For the range 0.01 - 9.99 NTU	0.01 NTU
For the range 10.0 - 99.9 NTU	0.1 NTU
For the range 100 - 1000 NTU	1 NTU

Accuracy (± 1 digit)

± 2 % of the measured value or ± 0.01 NTU

Reproducibility

< ± 1 % of the measured value or ± 0.01 NTU

Response time

Under 3 seconds

Calibration

Automatic 1 - 3-point calibration

Printer output

Unidirectional RS232 output

Test mark

CE, cETLus

Other data

- Automatic self check
- Integrated real-time clock
- Battery-powered clock and settings for 3 years without any external energy supply
- GLP function (calibration interval monitoring)

8 Turbiquant® product program

Merck Cat.-No.	Item
1.18330.0001	**Turbiquant® 1500 IR turbidimeter,** universal power supply/plugs, 3 empty cuvettes, manuals, handy hints
1.18331.0001	**Turbiquant® 1500 T turbidimeter,** universal power supply/plugs, 3 empty cuvettes, manuals, handy hints
	Accessories
1.18328.0001	Turbiquant® 1500 IR / 1500 T Calibration standard set, 3 standards 0.02 - 10.00 - 1000.00 NTU 3 marker rings, Cell cleaning cloth
1.18336.0001	Turbiquant® 1500/3000 Cuvettes (3 empty cuvettes)
1.18344.0001	Turbiquant® 1500 IR Lamp
1.18338.0001	Turbiquant® 1500/3000 Tungsten Lamp
1.18339.0001	Turbiquant® 1500/3000 Cuvette stand
1.18340.0001	Turbiquant® Pour through assembly
1.09759.0001	Printer cable (for serial interface) for Turbiquant® 1500/3000
1.14667.0001	PC cable

9 Abbreviations and index

This chapter contains additional information and orientation aids.

Abbreviations The list of abbreviations describes displays and abbreviations that may be encountered when using the measuring instrument.

Index The index helps you find specific information.

List of abbreviations

ARng	AutoRange: Automatic range switching; Measuring instrument measures at the highest possible resolution
Auto	Automatic measuring mode
Cal	Calibration
E1 - E5	Error message (see WHAT TO DO IF ...)
NTU	Nephelometric turbidity units
FTU	Formazine turbidity units
FNU	Nephelometric formazine units
LoBat	Low Battery: Batteries almost empty

Index

A

adapter 66
air bubbles 70
aligning a marked cell 69
aligning an unmarked cell 69
authorized use 63

B

balancing cells 69
basic settings 85
baud rate 82

C

calibration interval 82
cell outside mists up 77
condensate forming 63, 77
configuring 82

D

date setting 82
delivery status 85
display 61

E

EN/ISO measurements 78, 101
error messages 93

F

formazine calibrations 78, 101

I

initial comissioning 65
initialize 85

K

keypad 60

M

mark a cell 68
measuring accuracy adjustment 78
measuring accuracy check 78
measuring range selection 72

O

operational safety 63

P

pour-through assembly 74
print function 73, 84, 87
printing 86
product program 98

R

reset 85
resolution selection 72
RS232 interface 86

S

safety 62
safety precautions 62
sample printout 73, 87
scope of delivery 65
short instruction 65
sockets 61
standard measurement 71
standard methods 78
storing a measured value 72

T

target group 62
time setting 82

W

warm-up time 71, 74

10 Preparation of Formazine ($C_2H_4N_2$) Primary Standard 4000 NTU

acc. DIN EN ISO 7027

Caution

Hydrazine sulphate is a toxic substance, carcinogenic and sensitising. R: 45 – 23/24/25 – 43; S: 53 – 45. Please observe handling instructions. Gloves, goggles and breathing equipment must be worn. Do not eat or drink near place of work.

Please also observe §§ 35 – 37 and appendix III of the German Regulations for Handling Hazardous Substances (GefStoffV) or equivalent national safety regulations.

Hexamethylenetetramine is hazardous to health and readily flammable. R: 11 – 42/43; S: (2) – 16 – 22 – 24 – 37.

Accuracy

The accuracy of this method is ± 2 %.

Reagents

Hydrazine sulphate ($N_2H_6SO_4$) GR,
Merck Cat. No. 1.04603.0100
Hexamethylenetetramine ($C_6H_{12}N_4$) reagent DAB,
Merck Cat. No. 1.59525.0030
Water LiChrosolv®, Merck Cat. No. 1.15333.1000

Instruments and accessories

Membrane filter 0.1 µm for bacteriological analysis
Glass volumetric flask (100 ml and 200 ml)
Reservoir flask (200 ml) capable of filtering UV light

Preparation of the Formazine primary standard 4000 NTU

Non-turbid water:

→ Use high-quality water, MERCK Cat. No. 1.15333.1000 LiChrosolv®.

Alternative:

→ Place a membrane filter (0.1 µm) in distilled water for 1 hour.

→ Filter 250 ml distilled water through the filter and dispose of the filtrate.

→ Filter 500 ml distilled water twice through the filter and use for the preparation of the Formazine primary standard.

Solution A:

→ Weigh 5.0 g hexamethylenetetramine into a 100 ml glass beaker, dissolve in non-turbid water and make up to 40 ml with non-turbid water.

Solution B:

→ Weigh 0.5 g hydrazine sulphate into a 100 ml glass beaker, dissolve in non-turbid water and make up to 40 ml with non-turbid water.

Formazine primary standard 4000 NTU

→ Place solutions A and B in a 100 ml glass volumetric flask and mix carefully (gently swivelling the flask to and fro) and fill up to 100 ml.

→ Allow to stand for 24 h at 25 ± 3 °C.

→ The turbidity of this stock solution is then **4 000 NTU.**

Preparation of dilutions

Add 25 ml Formazine stock solution **4 000 NTU** to a 100 ml glass volumetric flask. Make up to the mark with non-turbid water and mix gently by swivelling the flask to and fro.

The turbidity of this dilute standard solution is then **1 000 NTU.**

Working standard solutions, which are needed for the calibration of the turbidimeter:
The required working standards can be prepared from the dilute standard solution 1 000 NTU according to the table below.

	0.02	pure LiChrosolv® water
required NTU standard		ml of 1 000 NTU solution
	10	1,0
	100	10,0

The required working standards can be prepared from the stock solution 4 000 NTU according to the table below.

required NTU standard	ml of 4 000 NTU stock solution
1 000	25,0

Place the required amount of 1 000 NTU dilute standard solution respectively 4 000 NTU stock solution in a 100 ml glass volumetric flask, make up to the mark with non-turbid water and mix by gently swivelling to and fro.

If other concentrations are requested as commparison samples, the ratio of stock solution to water is altered respectively.

NB: In order to prevent the formation of air bubbles that may falsify measurement, it is important not to shake the flask but to swivel it gently to and fro.

Storage

Store in a dark place at 25 ± 3°C – heat and light tend to accelerate decomposition of the polymer structure. The solutions should also be kept away from contact with air in order to prevent oxidisation of the Formazine polymer strands.

Shelf life

The Formazine primary solution with 4 000 NTU is stable for approximately 4 weeks if stored in the dark at 25 ± 3°C.

However, diluted solutions, e.g. 100 NTU are only stable for about 1 week.

Literature references

EN ISO 7027 Determination of Turbidity

Note:

No guarantees can be given nor liability accepted for any information given in the application reports.

Policloruro de Aluminio, PAC

Ficha Técnica del Producto

Propiedades Químicas (AWWA B408-03)

Fórmula Química	$[Al(OH)_m Cl_{3-m}]_n$
Densidad a 25 °C, g/ml	1.23 ± 0.03
pH a 25 °C	2.5 ± 0.3
% Al_2O_3	10.5 ± 0.5
Relación de Basicidad	70% min.

Indicaciones

El policloruro de aluminio (PAC) es una sal de alta basicidad con base en anión cloruro. Se diferencia del hidroxicloruro de aluminio (ACH) porque presenta especies polinucleares del metal convirtiéndolo en un coagulante de alto desempeño, con excelentes propiedades para el tratamiento de aguas con dificultades especiales y generando bajo volumen de lodos, pues trabaja bien con poco suministro de alúmina.

Condiciones de Manejo

El producto debe ser almacenado en tanques de fibra de vidrio, polietileno o acero recubierto en caucho y conducido empleando fibra de vidrio, PVC o cualquier otro material termoplástico. También es compatible con EPDM, Caucho Natural y Vitón. El producto no debe estar en contacto con hierro, acero al carbón, acero inoxidable y bronce.

Es deseable que el Policloruro de Aluminio Líquido sea dosificado tal como se recibe del proveedor.

Para la dosificación exacta y uniforme, debe ser usada una bomba de desplazamiento positivo. El producto no se deteriora con el tiempo mientras sea manejado bajo las condiciones explicadas.

Precauciones y Seguridad

El producto no presenta alto riesgo en su manejo pero, por ser una sal ácida debe tratarse con cuidado. Evite el contacto con metales que puedan sufrir corrosión tales como hierro, cobre, bronce, aluminio y acero inoxidable. Se recomienda el uso de guantes y gafas protectoras.

En los ojos y mucosas causa irritación; en caso de contacto debe enjuagarse con agua abundante.

El producto no emite gases y por lo tanto no causa efectos nocivos al ser inhalado.

Oficina Principal y Producción
Medellín: Calle 55 No 46-85 Itagüí, Antioquia; Tel: (574)370 1170; Fax: (574)277 5676; sulfosa@sulfoquimica.com.co
Producción
- Barbosa: Vía Girardota - El Hatillo km. 4 (Vereda Platanito), Barbosa, Antioquia. Tel. (574)289 2480, Fax. (574)289 1234; sqbarbosa@sulfoquimica.com.co
- Barranquilla: Vía Malambo - Sabanagrande, km. 3; Parque Industrial PIMSA; Malambo, Atlántico. Tel (575)347 8350; Fax: (575)3478353; sqbaq@metrotel.net.co
- Caloto: Vía Caloto - Santander de Quilichao, km. 7, Caloto, Cauca. Tel (572)550 4344; Fax: (572)550 4343; sqcaloto@sulfoquimica.com.co

www.sulfoquimica.com.co

PASS 55 Líquido

Ficha Técnica del Producto

Propiedades Químicas

Parámetro	Libre de Hierro	Grado A	Grado B
Contenido de Alúmina	8.0%Al_2O_3 mín.	7.9%Al_2O_3 mín.	7.5%Al_2O_3 mín.
Contenido de Hierro	0.004%Fe_2O_3 máx.	0.3%Fe_2O_3 máx.	0.8%Fe_2O_3 máx.
Contenido de Insolubles	0.03% máx.	0.07% máx.	0.07% máx.
Relación de Basicidad	55.0%±5	55.0%±5	55.0%±5
Densidad	1.32 g/ml	1.32 g/ml	1.32 g/ml

Indicaciones

PASS 55 es un coagulante obtenido por una polimerización de sulfato de aluminio, obtenido bajo condiciones de basicidad moderada a alta. Esto le permite ser usado en el tratamiento de agua potable, agua de uso industrial y agua residual con un efecto muy bajo sobre el pH y muy buenas propiedades de remoción de material particulado y adsorción de materia orgánica sobre el floc.

Condiciones de Manejo

El producto debe ser almacenado y conducido empleando acero inoxidable, fibra de vidrio, PVC, Polietileno o cualquier otro material termoplástico. También es compatible con EPDM, Caucho Natural y Vitón.

Para su uso en planta y pruebas de jarras es deseable utilizar el producto sin dilución.

Precauciones y Seguridad

El producto no presenta alto riesgo en su manejo pero, por ser una sal ácida debe tratarse con cuidado. Se recomienda el uso de guantes y gafas protectoras.

En los ojos y mucosas causa irritación; en caso de contacto debe enjuagarse con agua abundante.

El producto no emite gases y por lo tanto no causa efectos nocivos al ser inhalado.

Oficina Principal y Producción
Medellín: Calle 55 No 46-85 Itagüí, Antioquia; Tel: (574)370 1170; Fax: (574)277 5676; sulfosa@sulfoquimica.com.co
Producción
- Barbosa: Vía Girardota - El Hatillo km. 4 (Vereda Platanito), Barbosa, Antioquia. Tel. (574)289 2480, Fax. (574)289 1234; sulfosa@sulfoquimica.com.co
- Barranquilla: Vía Malambo - Sabanagrande, km. 3; Parque Industrial PIMSA; Malambo, Atlántico. Tel (575)347 8350; Fax: (575)3478353; sqbaq@metrotel.net.co
- Caloto: Vía Caloto - Santander de Quilichao, km. 7, Caloto, Cauca. Tel (572)550 4344; Fax: (572)550 4343; sqcaloto@sulfoquimica.com.co

www.sulfoquimica.com.co

1. 0GENERALIDADES

NOMBRE TÉCNICO:	Coagulante cationico
NOMBRE COMERCIAL:	Ultrion 8157
CÓDIGO DEL MATERIAL:	300015
PROVEEDORES:	Nalco de Colombia Ltda.
FABRICANTES:	Nalco de Colombia Ltda..
CLASIFICACIÓN:	Material no crítico
APLICACIÓN:	Para la clarificación de aguas crudas industriales y aceitosas en la industria cervecera.

2. LOGÍSTICA

PRESENTACIÓN

Barriles de 140 kilos.

El material debe transportarse en vehículos debidamente carpados o en contenedores cerrados, con el fin de proteger el empaque.

CONDICIONES DE MANEJO, TRANSPORTE Y PRESERVACIÓN

Mantener en ambiente seco, bien ventilado y retirado de fuentes de calor. Mientras no esté en uso, dejar el recipiente bien cerrado. Evitar la producción de polvo; en caso necesario colocar ventilación adicional.

TIEMPO DE VIDA ÚTIL

Veinticuatro meses a partir de la fecha de fabricación.

RÓTULO DE IDENTIFICACIÓN DEL MATERIAL

La información contenida en el rotulo de identificación del material es la siguiente:

1. Nombre del Cliente
2. Nombre del Producto
3. Cantidad
4. Peso Neto
5. Número de identificación del lote y fecha de producción
6. Avisos de precaución de manejo y seguridad

DOCUMENTOS ASOCIADOS EN RECEPCIÓN

Los siguientes documentos deben ser entregados junto con el material al responsable de la recepción de los mismos en la planta o lugar establecido.

1. Remisión
2. Pedido
3. Factura Original y Copia
4. Certificado de análisis de calidad del proveedor de cada lote del producto, en el cual se deben indicar los valores reales obtenidos en producción, correspondientes a las especificaciones técnicas.

3. CONDICIONES TÉCNICAS

3.1 COMPONENTES BÁSICOS

COMPONENTE	CONTENIDO %
Hidroxicloruro de Aluminio	15-20
Fosfato de Aluminio	3.5 - 4.5
Cloruro de Calcio	2-5

3.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS

CARACTERÍSTICAS	ASPECTO - RANGO
Estado físico	Liquido
Apariencia	Transparente
Color	Café verdoso
Olor	Ligero
Solubilidad en agua	Soluble
Combustibilidad	Ninguno
Materiales a evitar	Metales
pH	2.7
Densidad relativa	1.27
Viscosidad cps a 22.2 °C	14
Punto de congelación °C	-31

3.3 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

PARÁMETRO	ESPECIFICACIÓN	REFERENCIA AL MÉTODO DE ENSAYO
% Aluminio	15-20 % (Hidroxicloruro de Aluminio) 3.5-4.5 % (Fosfato de Alumínio)	N02111

3.4 ESPECIFICACIONES MICROBIOLÓGICAS

No Aplica

4. CONDICIONES DE CALIDAD

Evaluación del desempeño bajo condiciones controladas
En caso de que el material no cumpla con las especificaciones técnicas o que su desempeño en la línea no sea el adecuado el lote será rechazado.

Con base en las anteriores determinaciones, definir la aceptación o rechazo del material. En caso de rechazo iniciar y dejar las evidencias del reclamo al proveedor.

5. CONDICIONES AMBIENTALES

El lodo debe deshidratarse y llevarse a un relleno sanitario.

6. CONDICIONES DE EMPLEO

Ultrion 8157 es un coagulante orgánico de bajo peso molecular y recomendado para usar en: Clarificación de aguas crudas de una cervecería, la dosificación depende en gran medida de las características del agua a tratar. La alimentación de este producto debe realizarse puro de modo de lograr la máxima mezcla y dispersión. Los puntos sugeridos de alimentación son: Antes de la zona de mezclado rápido o en la zona de mezclado rápido.

7. SEGURIDAD Y TOXICIDAD

Hay que evitar la inhalación de polvo, el contacto del producto con los ojos y la piel. Se recomienda usar máscara para polvos y guantes de caucho o PVC. En caso de inhalación retirar al afectado de la zona y llevarlo a respirar aire fresco. Llamar al médico. Si hay contacto con los ojos, lavar con agua durante quince minutos y llamar al médico. En caso de contacto con la piel, lavar con jabón y enjuagar con agua. En caso de ingestión, no inducir al vómito, dar a beber agua y consultar con el médico. Ver hoja de seguridad del proveedor.

8. ANEXOS

No aplica