



SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN  
SIG-V2

MANUAL  
OPERACIÓN PLANTA  
ESTACION MORENO

PROCESO:  
GESTION DE LA COBERTURA

CÓDIGO: M-GCB-04

VERSIÓN: 2

FECHA: 10-05-2017

PÁG. 1 DE 37

## MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

PLANTA DE POTABILIZACION  
ESTACION MORENO  
40 LPS

EMPODUITAMA S.A E.S.P

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



SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN  
SIG-V2

MANUAL  
OPERACIÓN PLANTA  
ESTACION MORENO

PROCESO:  
GESTION DE LA COBERTURA

CÓDIGO: M-GCB-04

VERSIÓN: 2

FECHA: 10-05-2017


PÁG. 2 DE 37

## INDICE

### I.- Especificaciones Planta de Potabilización de Agua.

- 1.1.- Capacidad de Diseño.
- 1.2.- Tipo de Planta.
- 1.3.- Calidad de agua a tratar.
- 1.4.- Descripción del funcionamiento de la Planta de Potabilización.
- 1.5.- Bases de Cálculo de la Planta de Potabilización de agua.
- 1.6.- Especificaciones Técnicas de los equipos.

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

 <small>Cuida lo Vibrante ESENCIA DE LA VIDA</small>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN SIG-V2</b>	<b>MANUAL OPERACIÓN PLANTA ESTACION MORENO</b>	
	<b>PROCESO: GESTION DE LA COBERTURA</b>	<b>CÓDIGO: M-GCB-04</b>	<b>VERSIÓN: 2</b>
		<b>FECHA: 10-05-2017</b>	<b>PÁG. 3 DE 37</b>

II.- Aplicación de productos.


III.- Puesta en Marcha.

IV.- Operación de filtración y lavado de filtros..

V.- Operación y Control

VI.- Mantenimiento general

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

 <p>empoduitama acueducto alcantarillado Cuida la Vibrante ESENCIA DE LA VIDA</p>	SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN SIG-V2	MANUAL OPERACIÓN PLANTA ESTACION MORENO	
	PROCESO: GESTION DE LA COBERTURA	CÓDIGO: M-GCB-04	VERSIÓN: 2
		FECHA: 10-05-2017	PÁG. 4 DE 37

**MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO  
PLANTA POTABILIZACION DE AGUA  
ESTACION MORENO 40 LPS.**

**1.0.- ESPECIFICACIONES GENERALES DE LA PLANTA Y EQUIPOS**

**1.1.- CAPACIDAD DE DISEÑO**

La planta se diseño para tratar hasta 40 litros por segundo de agua cruda de Río Surba,, equivalentes a 634 galones por minuto ó 144 mts<sup>3</sup>/hr. ó 3456 m3/día.


La planta esta construida en Concreto Reforzado e impermeabilizado integralmente de 3500 PSI.

**1.2.- TIPO DE PLANTA**

La planta en mención es de tecnología MIXTA, intermedia entre las tecnologías convencional y compacta. Es de funcionamiento Completamente Hidráulico. El agua es sometida a todos los procesos y operaciones unitarias de potabilización de agua como son Control de Caudal, Aforo, Disipación de energía, Coagulación, Floculación, Sedimentación, Filtración y Desinfección.

La Ciencia Clásica de tratamiento y manejo de agua y especialmente las tecnologías de potabilización han evolucionado en forma significativa en las últimas tres (3) décadas. De esta evolución surgió la tecnología de POTABILIZACIÓN MIXTA, que aunque obviamente sigue los mismos principios hidráulicos y delineamientos básicos de la ciencia clásica, corrige y optimiza todas las OPERACIONES UNITARIAS que conlleva la potabilización de agua para consumo humano.

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

	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN SIG-V2</b>	<b>MANUAL OPERACIÓN PLANTA ESTACION MORENO</b>	
	<b>PROCESO: GESTION DE LA COBERTURA</b>	<b>CÓDIGO: M-GCB-04</b>	<b>VERSIÓN: 2</b>
		<b>FECHA: 10-05-2017</b>	<b>PÁG. 5 DE 37</b>

### 1.3.- CALIDAD DE AGUA A TRATAR

En cuanto a la calidad de agua a tratar, agua superficial, son objetables principalmente parámetros como turbidez, color, baja alcalinidad, sólidos en suspensión y población microbiológica como bacterias mesófilas, coliformes totales y fecales los cuales sobrepasan los niveles máximos establecidos por las normas del Ministerio de Salud para calidad grado “agua potable”.


### 1.4.- DESCRIPCIÓN FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA

El caudal de agua cruda que va a ingresar a la planta es aforado primero por un medidor de flujo tipo ultrasónico instalado sobre la línea, posteriormente se instaló una válvula de 8” tipo sostenedora reguladora de presión y caudal, junto con dos válvulas tipo mariposa y una ventosa de 2” instaladas sobre la tubería de alimentación. Posteriormente el agua ingresa por la parte baja a la cámara de disipación de energía en donde se disminuye su velocidad y gradiente.. Pasando el agua luego al equipo de mezcla rápida tipo hidrociclón en donde por el diseño del mezclador se realiza la mezcla del agua cruda con los productos químicos aplicados con tres bombas dosificadoras de químicos, una para la aplicación del coagulante, otra para la dosificación del alcalinizante y finalmente para aplicación de ayudante de coagulación.

Después de cumplida la mezcla rápida el agua desciende por el impulsor de barrido hacia el fondo de la planta para iniciar el proceso de floculación, el cual se lleva a cabo en la tolva de fondo de la planta denominada floculador de gradiente variable continuo. El proceso de floculación se desarrolla a medida que la tolva se va llenando lentamente. Debido a la geometría de la tolva, la velocidad del agua va disminuyendo continuamente a medida que el agua asciende. Igualmente disminuye el gradiente continuamente lo que permite la buena formación de flóculos en tamaño y peso, los cuales tienden a desplazarse hacia abajo chocando con los flóculos más livianos y pequeños que van ascendiendo, produciendo el llamado lecho fluidizado o “Manto de Lodos”, que hace tal eficiente este tipo de floculador.

El agua completamente floculada, es decir con todos los coloides ya agrupados en partículas de mayor tamaño y peso (flóculos) continua ascendiendo hasta alcanzar las cuatro (4) canales colectoras de agua floculada, para luego pasar de estas al sedimentador, por el canal principal a un gradiente de 20 Seg.-1 .

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

	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN SIG-V2</b>	<b>MANUAL OPERACIÓN PLANTA ESTACION MORENO</b>	
	<b>PROCESO: GESTION DE LA COBERTURA</b>	<b>CÓDIGO: M-GCB-04</b>	<b>VERSIÓN: 2</b>
		<b>FECHA: 10-05-2017</b>	<b>PÁG. 6 DE 37</b>

Del canal principal ubicado en la parte superior del sedimentador, el agua floculada pasa hacia abajo hasta llegar a las tres (3) flautas de distribución de agua a sedimentar (Tubos intermedios de 8"). Dichas flautas entregan el agua a todo lo largo de la zona central del sedimentador a una

velocidad y un gradiente tan bajos que de las partículas se precipitan hacia el fondo del sedimentador.

En el fondo del sedimentador se encuentran las tolvas colectoras de lodos, que son las encargadas de concentrar y enfocar en dicho fondo, en áreas pequeñas los lodos sedimentados. Este lodo es extraído abriendo las válvulas de 6" de purga de fondo de la planta de tratamiento, las cuales están conectadas a las flautas extractoras de fondo tipo sifones.

El agua clarificada en la zona de sedimentación, continúa su ascenso hasta llegar a la zona de módulos de sedimentación acelerada, que son los encargados de disminuir aún más la velocidad de algunos flóculos que logran ascender ya que las reacciones de floculación y sedimentación no logran el 100% de eficiencia. Estos módulos son paneles hexagonales plásticos con un inclinación de 60°.


Finalmente el agua clarificada asciende en flujo pistón hasta llegar a las canaletas colectoras (Tres Tubos de 8") las cuales la recogen y la entregan al tanque de equilibrio.

La función del tanque de equilibrio es simplemente almacenar el agua clarificada para regular el proceso de filtración del agua y lavado de los filtros.

Del tanque de equilibrio el agua pasa por una tubería de 8" al tren de filtración. La etapa de filtración es llevada a cabo en tres (3) filtros horizontales que operan a columna de agua. Son de lecho mixto de arena y trabajan en paralelo. Finalmente el agua sale de los filtros ya filtrada hacia el tanque de almacenamiento de agua tratada. En la entrada y la salida de los filtros se instalará un medidor diferencial de presión que indicara el momento adecuado para realizar el proceso de lavado de los filtros. Sobre la línea de agua tratada a tanque de almacenamiento de inyecta Cloro gaseoso para la desinfección del agua.

Sobre la línea de salida de agua tratada de los filtros hacia el tanque de almacenamiento general se instalará un sensor de pH, un sensor de Turbidez y un sensor de Cloro Residual. Finalmente en el tanque de almacenamiento se instalara un sensor de nivel que informara continuamente el nivel de agua del tanque de almacenamiento de agua tratada.

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

	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN SIG-V2</b>	<b>MANUAL OPERACIÓN PLANTA ESTACION MORENO</b>	
	<b>PROCESO: GESTION DE LA COBERTURA</b>	<b>CÓDIGO: M-GCB-04</b>	<b>VERSIÓN: 2</b>
		<b>FECHA: 10-05-2017</b>	<b>PÁG. 7 DE 37</b>


### 1.5.- BASES DE CALCULO PLANTA DE POTABILIZACION

#### PLANTA DE TRATAMIENTO PARA 40 LPS.

- Capacidad de la planta : 40 Litros por segundo.
- Tiempo retención Floculación : 19.5 Minutos.
- Tiempo retención Sedimentación : 48 Minutos
- Tiempo de retención total : 79.5 Minutos (1, 31 horas)
- Fuente de agua : Superficial.
- Área requerida Planta : 76.82 m<sup>2</sup>.
- Longitud Planta : 16.70 m.
- Ancho Planta : 4.60 m.
- Área requerida Placa Filtros : 51.80 m<sup>2</sup>.
- Longitud Placa Filtros : 7.40 m.
- Ancho Placa Filtros : 7.0 m.
- Volumen efectivo de la Planta : 210.75 Mts<sup>3</sup>, incluye tanque equilibrio.
- Volumen Floculador : 55.35 m<sup>3</sup>.
- Volumen Sedimentador : 122.4 m<sup>3</sup>.
- Volumen Tanque Equilibrio : 33 m<sup>3</sup>.

### 1.6.- ESPECIFICACIONES TECNICAS PLANTA DE POTABILIZACION Y EQUIPOS.

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

	SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN SIG-V2	MANUAL OPERACIÓN PLANTA ESTACION MORENO	
	PROCESO: GESTION DE LA COBERTURA	CÓDIGO: M-GCB-04	VERSIÓN: 2
		FECHA: 10-05-2017	PÁG. 8 DE 37

### 1.6.1.- SISTEMA DE REGULACION Y CONTROL DE CAUDAL.

Justo antes de la entrada de la planta se cuenta con dos unidades, la primera de ellas una unidad de aforo conformada por un medidor de caudal tipo ultrasónico y la segunda de regulación de caudal constituida por una válvula metálica marca Bermad de 8" de diámetro:

- La válvula de control de caudal es una válvula metálica Bermad de 8" de diámetro, con las especificaciones mostradas en el respectivo manual. Esta válvula permite controlar el caudal de agua que ingresa a la planta. (Ver especificaciones de este equipo).
- Para el monitoreo, lectura y control continuo del caudal de agua cruda que ingresa a la planta de tratamiento, la planta cuenta con un sistema de medida hidráulica de caudal en tiempo real, del tipo **Caudalímetro Ultrasónico marca Multiflow**, lo que garantiza una medición estable y fiable, su instalación y medición no es invasiva, es decir su instalación es externa a la tubería, no genera caída de presión en la tubería, ni desgaste de los componentes del instrumento. (Ver especificaciones de este equipo).
- Para contabilizar el agua tratada, producida por la planta de tratamiento se instaló después del tanque de almacenamiento, un Caudalímetro Ultrasónico marca Multiflow, En resumen se harán dos mediciones simultáneas: Entrada de agua cruda, Salida de agua tratada del tanque de almacenamiento.

### 1.6.2.- SISTEMA DE REGULACION DE PRESIÓN Y VELOCIDAD.

Por tener una columna de presión mayor a 6 metros (15.5 m aproximadamente) la planta tiene de un cámara de disipación de energía, adosada a la misma.


La cámara de disipación de energía es el equipo encargado de disipar la energía que trae el agua debida a la columna que se dispone de 15.5 m. La cámara de energía simplemente lo que hace es disminuir la energía y velocidad del agua a valores adecuados al diseño como son columna efectiva menor a 0.70 m y una velocidad de 0.1 m / segundo.

### 1.6.3.- CAMARA DE DISIPACION DE ENERGÍA / REDUCCION DE PRESION

Tipo : Vertical.  
Columna disponible real : 15.50 m.

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



	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN SIG-V2</b>	<b>MANUAL OPERACIÓN PLANTA ESTACION MORENO</b>	
	<b>PROCESO:</b> <b>GESTION DE LA COBERTURA</b>	<b>CÓDIGO: M-GCB-04</b>	<b>VERSIÓN: 2</b>
		<b>FECHA: 10-05-2017</b>	<b>PÁG. 9 DE 37</b>

Funcionamiento	: Hidráulico 100%.
Altura total	: 4.60 m.
Alimentador inferior	: 8" Pasamuros bridado.
Ancho efectivo x Largo efectivo	: 0.65 m. x 0.65 m.
Salida hacia equipo de mezcla	: 10" Pasamuro bridado, a 4.40 mts.
Velocidad del agua	: 0.1 m /seg.
Tiempo de retención hidráulica	: 35 seg.

#### **1.6.4.- SISTEMA DE DOSIFICACIÓN DE QUÍMICOS.**

El agua que se va a tratar en la Planta de Estación Moreno es agua superficial proveniente del Río Surba. Como característica fundamental el agua de este río tiene muy baja alcalinidad entre 8 y 20 mgr/lit. Igualmente presenta grandes variaciones de Color entre 25 y 120 UC y grandes variaciones de Turbidez entre 20 y 900 NTU.


La planta cuenta con un sistema de dosificación electrónica de químicos que garantiza una dosificación continua, segura y precisa de los químicos que requiere el agua para su adecuada potabilización. El sistema de dosificación e inyección garantiza una excelente dispersión de los químicos en el torrente de agua cruda.

El sistema de dosificación tiene un total de cuatro (4) unidades dosificadoras (Bombas tipo diafragma con tarjeta electrónica), dos de ellas para aplicar Coagulante Hidroxicloruro de Aluminio, y dos para dosificación de alcalinizante Aluminato de sodio. También el sistema de dosificación tiene un sistema dosificador de Cloro Gaseoso en línea.

El sistema de dosificación de químicos se encuentra automatizado, de tal forma que cuando ingrese agua cruda a la planta, el sistema detecta, esto con un sensor de proximidad tipo capacitivo y ordena el encendido inmediato de las bombas dosificadoras de coagulante y alcalinizante. De forma contraria cuando por ejemplo, se suspende el ingreso de agua cruda a la planta por efecto de que se lleno completamente el tanque de almacenamiento, se apaga todo el sistema de dosificación quedando en Stand by a la espera del ingreso nuevamente de agua para tratar.

Se tiene implementado la dosificación del coagulante HIDROXICLORURO DE ALUMINIO, el cual es un potente coagulante que viene en presentación líquida, con densidad de 1,320 mgr/ml +- 0,005 y contenido de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (Oxido de Aluminio) del 23% mínimo

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

	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN SIG-V2</b>	<b>MANUAL OPERACIÓN PLANTA ESTACION MORENO</b>	
	<b>PROCESO: GESTION DE LA COBERTURA</b>	<b>CÓDIGO: M-GCB-04</b>	<b>VERSIÓN: 2</b>
		<b>FECHA: 10-05-2017</b>	<b>PÁG. 10 DE 37</b>

Como Alcalinizante se aplica ALUMINATO DE SODIO líquido, al 48% de pureza, con una densidad de 1.5 mgr/ml. +- 0,01.

Adicionalmente se tiene contemplado cuando el parámetro de Turbidez del agua cruda supere los 400 NTU, se hará la dosificación de un POLIELECTROLITO CATIONICO GRADO AGUA POTABLE líquido con una densidad de 1.0 mgr/ml. +- 0,01. de baja viscosidad, de peso molecular intermedio y alta carga iónica.

El punto de dosificación Del Coagulante, El Alcalinizante y El Polielectrolito se hace en la CÁMARA DE DISIPACIÓN DE ENERGÍA, ubicada en el extremo de la planta. Los productos son conducidos desde la descarga de sus respectivas bombas por mangueras de polipropileno protegidas de la radiación solar hasta la cámara de disipación de energía.

Finalmente, El Cloro es aplicado en forma gaseosa a la entrada de los filtros para una adecuada desinfección.

Las Bombas dosificadoras de Coagulante Marca Emec, son de tipo diafragma con tarjeta electrónica, del Modelo HCO-1004 que opera a 110 voltios, 60 Hz, con un consumo de potencia de máximo 19 vatios, su dosificación máxima es de 4 litros por hora, a 145 PSI de presión, para un máximo de 40 partes por millón de coagulante.


La Bomba dosificadora de Alcalinizante Marca Emec, es de tipo diafragma con tarjeta electrónica, del Modelo HCO-0703 que opera a 110 voltios, 60 Hz, con un consumo de potencia de máximo 19 vatios, su dosificación máxima es de 1.6 litros por hora, a 80 PSI de presión, para un máximo de 10 partes por millón de alcalinizante.

Las otras dos bombas están en stand by por si se presenta falla en cualquiera de las dos que estén operando.

Por ser dosificación de productos líquidos en forma pura, el sistema dosificador no contemplo el suministro de tanques de preparación de químicos, ni agitadores electromecánicos o electroneumáticos ya que estos no se requieren.

El dosificador de Cloro gaseoso Marca HYDRO, Modelo 600, es un equipo para dosificar hasta 100 libras por día de Cloro gaseoso, constituido por cabezal dosificador, sistema de vacío tipo venturi

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

	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN SIG-V2</b>	<b>MANUAL OPERACIÓN PLANTA ESTACION MORENO</b>	
	<b>PROCESO: GESTION DE LA COBERTURA</b>	<b>CÓDIGO: M-GCB-04</b>	<b>VERSIÓN: 2</b>
		<b>FECHA: 10-05-2017</b>	<b>PÁG. 11 DE 37</b>

eyector y rotámetro de calibración de dosificación, igualmente el sistema de inyección de Cloro tiene una bomba centrífuga marca Barnes modelonH-215 de 1.5 HP. Dada la alta peligrosidad de este producto químico, el sistema de dosificación de Cloro gaseoso se instaló en una caseta aparte ubicada al lado del tanque de almacenamiento de agua tratada.

### **BASES DE CÁLCULO:**

Caudal a tratar : 144 m<sup>3</sup>/hr (40 LPS).

### **COAGULANTE: POLICLORURO DE ALUMINIO O HIDROXICLORURO DE ALUMINIO:**

Caudal de agua a tratar (40 LPS). : 2.4 m<sup>3</sup>/min. =144 m<sup>3</sup>/hr

Dosis de Coagulante promedio : 16 ppm (gramos/m<sup>3</sup>). Rango entre 10 y 40.

Densidad del Coagulante : 1,325 gramos/ml.

Dosis a aplicar de coagulante : 16 ppm x 2.4 m<sup>3</sup>/min = 38.4 gramos / 1,325 = 29 mls/min

Dosis a aplicar de coagulante : 16 x 144 m<sup>3</sup>/hr = 2304 gramos / 1,325 = 1738 mls/hr

Dosis a aplicar de coagulante en Lts/hr : 1738 litros / hr (Valor Promedio).

Dosis Máxima a aplicar coagulante en Lts/hr: 4347 litros / hora.

### **ALCALINIZANTE: ALUMINATO DE SODIO**

Dosis de Alcalinizante promedio : 5 ppm (gramos/m<sup>3</sup>). Rango entre 4 y 10.

Densidad del Alcalinizante : 1,5 gramos/ml

Dosis a aplicar de Alcalinizante : 5 ppm x 2.4 m<sup>3</sup>/min = 12 gramos / 1,5 = 8 mls/min


Dosis a aplicar de Alcalinizante x hora : 5 x 144 = 720 gramos / 1,5 = 480 mls/hr

Dosis a aplicar de Alcalinizante en Lts/hr : 0.48 litros / hr (Valor Promedio).

Dosis Máxima a aplicar Alcalinizante en Lts/hr: 0.96 litros / hora.

En cuanto se refiere a Cloro se estimó una dosis promedio de 2 ppm, es decir, 2 x 144 x 24 = 6912 gramos (3,14 libras de Cloro por día) y dosis máxima de 4 ppm, es decir 4 x 144 x 24 = 13824 gramos (6,28 libras de Cloro por día).

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

	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN SIG-V2</b>	<b>MANUAL OPERACIÓN PLANTA ESTACION MORENO</b>	
	<b>PROCESO:</b> GESTION DE LA COBERTURA	<b>CÓDIGO:</b> M-GCB-04	<b>VERSIÓN:</b> 2
		<b>FECHA:</b> 10-05-2017	<b>PÁG.</b> 12 DE 37


**PRODUCTO COAGULANTE:** El producto **Coagulante** se seleccionó de acuerdo con los datos históricos de Turbidez y Color del agua cruda del Río, en donde se reportan niveles muy altos de ambos parámetros. Es así como se seleccionó como producto Coagulante el HIDROXICLORURO DE ALUMINIO LIQUIDO densidad 1,325 mgr/ml y 23.5% de AL<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Este producto opera bien en un amplio rango de turbidez y Color, desde dosis de 10 mgr/lt., hasta 130 mgr/lt., nivel en el cual requiere la aplicación de un ayudante de coagulación tipo polimérico. Trae muchas ventajas frente a los coagulantes tradicionales como el Sulfato de Aluminio, entre otras es completamente líquido, no deja residuos de ninguna clase, se puede aplicar en forma pura, actúa sobre un rango amplio de turbidez y color y disminuye muy poco el pH y la alcalinidad del agua.

**PRODUCTO ALCALINIZANTE:** El producto **Alcalinizante** se seleccionó de acuerdo con los datos históricos de Alcalinidad y pH del agua cruda del Río, en donde se reportan niveles muy bajos especialmente en la Alcalinidad. Es así como se seleccionó como producto Alcalinizante el ALUMINATO DE SODIO densidad 1,50 mgr/ml y 48% de NaOH. Este producto opera bien en aguas con bajos contenidos de Alcalinidad, desde dosis de 5 mgr/lt., hasta 10 mgr/lt. Trae muchas ventajas frente a los alcalinizantes tradicionales como la soda caustica y el carbonato liviano de sodio, entre otras es completamente líquido, no deja residuos de ninguna clase, se puede aplicar en forma pura, actúa rápidamente aumentando la alcalinidad del agua.

**PRODUCTO AYUDANTE DE COAGULACION:** Sólo cuando la turbidez sea superior a 300 NTU. El producto **Ayudante de Coagulación** se seleccionó de acuerdo con los datos históricos de Turbidez y Color del agua cruda del Río, en donde se reportan niveles muy altos de ambos parámetros. Es así como se seleccionó como producto Ayudante de Coagulación el POLIMERO CATIONICO LIQUIDO de alta carga iónica y peso molecular medio densidad 1,0 mgr/ml. Este producto opera bien en un amplio rango de turbidez y Color, desde dosis de 0.2 mgr/lt., hasta 10 mgr/lt. Este producto se aplica cuando el parámetro de Turbidez del agua cruda supere los 300 NTU y el de color sea superior a 90 UC. Este producto trae muchas ventajas frente a otros ayudantes de Coagulación, entre otras es completamente líquido, no deja residuos de ninguna clase, se puede aplicar en forma pura, actúa sobre un rango amplio de turbidez y color y no varía el pH ni la alcalinidad del agua.

Las Bombas dosificadoras de Coagulante (Hidroxiclورو de Aluminio) son de tipo diafragma con tarjeta electrónica, del Modelo HCO-1004 que opera a 110 voltios, 60 Hz, con un consumo de potencia de máximo 19 vatios, su dosificación máxima es de 4 litros por hora, a 145 PSI de presión, para un máximo de 40 partes por millón de coagulante. Precisión +- 0.1 ml/min.

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

	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN SIG-V2</b>	<b>MANUAL OPERACIÓN PLANTA ESTACION MORENO</b>	
	<b>PROCESO: GESTION DE LA COBERTURA</b>	CÓDIGO: M-GCB-04	VERSIÓN: 2
		FECHA: 10-05-2017	PÁG. 13 DE 37

Las Bombas dosificadora de Alcalinizante (Aluminato de Sodio) es de tipo diafragma con tarjeta electrónica, del Modelo FCO-0703 que opera a 110 voltios, 60 Hz, con un consumo de potencia de máximo 19 vatios, su dosificación máxima es de 1 litros por hora, a 80 PSI de presión, para un máximo de 10 partes por millón de alcalinizante. Precisión +- 0.1 ml/min.

Por ser dosificación de productos líquidos en forma pura, el sistema dosificador no contempla el suministro de los tanques de preparación de químicos, ni agitadores electromecánicos o electroneumáticos ya que estos no se requieren.

El dosificador de Cloro gaseoso contempla la instalación de un equipo para dosificar hasta 100 libras por día de Cloro gaseoso, marca HYDRO SERIE 600 constituido por cabezal dosificador, sistema de vacío tipo ventura eyector y rotámetro de calibración de dosificación. Dada la alta peligrosidad de este producto químico, el sistema de dosificación de Cloro gaseoso se deberá instalar en una caseta aparte ubicada dentro de los límites de la zona de filtros.


Las Bombas dosificadoras de Coagulante Son de tipo diafragma con tarjeta electrónica, del Modelo HCO-1004 que opera a 110 voltios, 60 Hz, con un consumo de potencia de máximo 24 vatios, su dosificación máxima es de 14 litros por hora, a 80 PSI de presión, para un máximo de 130 partes por millón de coagulante. Precisión +- 0.1 ml/min.

La Bomba dosificadora de Alcalinizante es de tipo diafragma con tarjeta electrónica, del Modelo FCO-0703 que opera a 110 voltios, 60 Hz, con un consumo de potencia de máximo 16 vatios, su dosificación máxima es de 3 litros por hora, a 80 PSI de presión, para un máximo de 30 partes por millón de alcalinizante. Precisión +- 0.1 ml/min.

La Bomba dosificadora de Polímero es de tipo diafragma con tarjeta electrónica, del Modelo FCO-0701 que opera a 110 voltios, 60 Hz, con un consumo de potencia de máximo 16 vatios, su dosificación máxima es de 1,5 litros por hora, a 80 PSI de presión, para un máximo de 15 partes por millón de polímero. Precisión +- 0.1 ml/min.

Por ser dosificación de productos líquidos en forma pura, el sistema dosificador no contempla el suministro de los tanques de preparación de químicos, ni agitadores electromecánicos o electroneumáticos ya que estos no se requieren.

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

 empoduitama acueducto alcantarillado Cuida lo Vibrante ESENCIA DE LA VIDA	SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN SIG-V2		MANUAL OPERACIÓN PLANTA ESTACION MORENO	
	PROCESO: GESTIÓN DE LA COBERTURA		CÓDIGO: M-GCB-04	VERSIÓN: 2
			FECHA: 10-05-2017	PÁG. 14 DE 37

El dosificador de Cloro gaseoso contempla la instalación de un equipo para dosificar hasta 100 libras por día de Cloro gaseoso, constituido por cabezal dosificador, sistema de vacío tipo vénturi eyector y rotámetro de calibración de dosificación. Para la adecuada inyección de Cloro se instala una Bomba para generar el vacío adecuado en el vénturi. Dada la alta peligrosidad de este producto químico, el sistema de dosificación de Cloro gaseoso se deberá instalar en una caseta aparte ubicada dentro de los límites de la zona de filtros.


### 1.6.5.- SISTEMA DE COAGULACION O MEZCLA RAPIDA

**COAGULACIÓN:** Es normalmente la primera operación unitaria que se lleva a cabo dentro de la planta de potabilización y consiste en mezclar los productos químicos con el agua cruda. El equipo de mezcla debe garantizar una homogenización total y una perfecta mezcla dentro de ciertos parámetros establecidos, según el tipo de Coagulación seleccionada, ya sea Coagulación por el método de Adsorción-Desestabilización o Coagulación por el método de Barrido. Así mismo una vez seleccionado el tipo de coagulación se escoge el tipo de mezclador. Existen dos tipos de mezcladores a saber: los de flujo de pistón y los retromezcladores.

En los mezcladores de flujo en pistón, la adición del coagulante se hace al pasar la masa de agua por un punto determinado, en el cual se produce una fuerte turbulencia generada por un elemento hidráulico. Por ejemplo un Orificio, Vertedero, Constricción, etc. el flujo a medida que va pasando va recibiendo su inyección de coagulante. La intermezcla entre las masas de agua es mínima. Ejemplo de mezcladores de pistón están las canaletas Parshall, Resalto Hidráulico, Vertederos, Mezcladores Estáticos en línea, Dispensores, Orificios, etc.

En los retromezcladores, el agua es retenida en una cámara o compartimiento especial por un corto tiempo (10-120 segundos), en donde se aplica el coagulante, mientras se agita con una turbina, paleta giratoria o de preferencia actual empleando la energía cinética que trae el agua y la geometría del compartimiento, el agua que entra y acaba de ser dosificada con el coagulante, se mezcla con el agua previamente retenida en la cámara y que hace unos instantes recibió la dosis de coagulante. Esto produce una interacción entre los compuestos químicos que se forman en la masa de agua que llega y los previamente formados en la masa de agua retenida en el compartimiento. Ejemplo de retromezcladores están los retromezcladores electromecánicos de paletas o turbinas, retromezcladores hidráulicos de doble cámara y los mezcladores tipo hidrociclón.

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

	SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN SIG-V2	MANUAL OPERACIÓN PLANTA ESTACION MORENO	
	PROCESO: GESTION DE LA COBERTURA	CÓDIGO: M-GCB-04	VERSIÓN: 2
		FECHA: 10-05-2017	PÁG. 15 DE 37

El mezclador que se instaló en la planta de Duitama es del tipo retomezclador modificado de funcionamiento totalmente hidráulico, más exactamente del tipo hidrociclón. El Equipo de mezcla rápida realiza la mezcla rápida empleando el sistema de Coagulación por Barrido, en donde el gradiente de mezcla se encontrara alrededor de 300 Seg.<sup>-1</sup> y el tiempo de retención hidráulica (TRH) esté comprendido entre 10 y 12 seg. El equipo coagulador está fabricado en Resina Poliéster grado “Agua Potable” Reforzada con fibra de vidrio Tipo EC de alta resistencia a la luz solar y químicos como Cloro. Está ubicado en el centro superior del floculador mediante soportes metálicos en ángulo, autosoportados a los bordes libres del floculador. Sus especificaciones son:

<u>Tipo:</u>	Hidrociclón.
<u>Funcionamiento:</u>	Hidráulico 100%.
<u>Diámetro superior:</u>	0.60 m.
<u>Alimentador Tangencial</u>	10”.
<u>Mezclador Impulsor</u>	8”.
<u>Altura costado recto</u>	0.80 m.
<u>Altura costado cónico</u>	0.60 m.
<u>Gradiente de Mezcla</u>	300 Seg. <sup>-1</sup>
<u>Tiempo de retención hidráulica</u>	11.5 seg.
<u>Difusor de fondo</u>	1 m de diámetro.


En los planos hidráulicos se muestra el equipo de mezcla rápida y sus especificaciones constructivas.

#### 1.6.6.- PROCESO DE FLOCULACION

Se llama floculación al proceso u operación unitaria por el cual las partículas se aglutinan en pequeñas masas (flocs) con peso específico superior al del agua. Es el fenómeno por el cual las partículas ya desestabilizadas en el proceso de coagulación, chocan unas con otras para formar coágulos de mayor tamaño y peso. Dicho proceso se usa para:

- Remoción de turbiedad orgánica o inorgánica.
- Remoción de color verdadero y aparente.
- Eliminación de Bacterias, virus y organismos patógenos susceptibles de ser separados por coagulación-floculación-sedimentación.
- Eliminación de algas y plancton en general.
- Eliminación de sustancias productoras de sabor y olor.

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

	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN SIG-V2</b>	<b>MANUAL OPERACIÓN PLANTA ESTACION MORENO</b>	
	<b>PROCESO:</b> <b>GESTION DE LA COBERTURA</b>	<b>CÓDIGO: M-GCB-04</b>	<b>VERSIÓN: 2</b>
		<b>FECHA: 10-05-2017</b>	<b>PÁG. 16 DE 37</b>

En todo floculador se presentan dos tipos de floculación la ortocinética y la pericinetica. La primera es la inducida por la energía comunicada al líquido por fuerzas externas (Paletas giratorias, Energía cinética, por ejemplo). La segunda es la promovida, internamente dentro del líquido por el movimiento de agitación y remezcla que las partículas tienen dentro del líquido (Movimiento Browniano). Ambos tipos de floculación son bien importantes, pero hoy en día se destaca más la floculación pericinetica de tipo hidráulico y más aún la pericinetica de tipo aleatorio vertical.


La floculación se lleva a cabo entre 15 y 30 minutos de tiempo de retención hidráulica, dependiendo del tipo de floculador empleado. Normalmente los floculadores empleados en plantas convencionales requieren de tiempos de retención hidráulica altos y siempre cercanos a 30 minutos, mientras que **los floculadores de las plantas de tecnología mixta requieren TRH tan solo de 12-15 minutos, esto debido a que en estos últimos los diseños incluyen gradiente variable continuo, de tipo flujo en pistón vertical y con floculación pericinetica predominante.** Los gradientes varían desde iniciales de 500 Seg.<sup>-1</sup> hasta finales de 20 Seg.<sup>-1</sup>, esto en la plantas convencionales mientras que en la de tecnología mixta los iniciales suelen ser iguales, pero los finales son ventajosamente más altos, del orden de 90 Seg.<sup>-1</sup>.

Para el caso nuestro, se seleccionó un floculador de funcionamiento totalmente hidráulico, de **gradiente variable continuo y no de gradiente escalonado como lo son los de las plantas convencionales.** Su flujo es vertical, de tipo pistón con floculación pericinetica predominante, aumentada por efecto de la fuerza de gravedad (Flujo hacia abajo) versus flujo vertical (Flujo hacia arriba), que promueven la interacción y remezcla de los flóculos recién formados (pequeños) con los flóculos ya “maduros” (de mayor tamaño y peso). Las especificaciones básicas del floculador son:

Tipo	: Lecho fluidizado.
Modelo	: Tolva piramidal vertical.
Funcionamiento	: Hidráulico 100%.
Modelo	: HIDROMIX-F-040
Flujo	: Vertical tipo pistón.
Floculación principal	: Pericinetica.
Altura total	: 3.40 m.
Altura neta	: 3.30 m.
Ancho	: 4.00 m.
Largo Superior	: 4.50 m

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



	SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN SIG-V2	MANUAL OPERACIÓN PLANTA ESTACION MORENO	
	PROCESO: GESTION DE LA COBERTURA	CÓDIGO: M-GCB-04	VERSIÓN: 2
		FECHA: 10-05-2017	PÁG. 17 DE 37

Largo Inferior	: 2.55 m.
Concentrador	: Tipo tolva piramidal. : Altura Piramidal 3.00 m. : Altura superior recta 0.40 m.
Sistema de desocupación	: Bridado en 4" dotado con válvula mariposa.
Sistema colector superior	: Tipo CUADRUPLE canal en U de 0.25x0.32 m.
Gradiente de transporte Final	: 20 Seg. <sup>-1</sup> dentro de canales en U.
Delta de Gradiente	: Desde 172 hasta 129 Seg. <sup>-1</sup> antes de canales colectoras.
Tiempo de retención hidráulica	: 19.5 minutos.
Eficiencia	: >=90

El floculador cuenta en la parte superior con cuatro canales colectoras que recogen el agua floculada por equirepartición (recogen c/u igual cantidad de agua) y la envían al sedimentador. En resumen La floculación se lleva a cabo en un Floculador tipo reactor de lecho fluidizado de gradiente variable continuo. Los flocs se recirculan por acción de la fuerza de gravedad.


#### 1.6.7.- PROCESO DE SEDIMENTACION

La sedimentación es la operación unitaria mediante la cual los coloides agrupados en tamaños y pesos mayores (flocs) en el proceso de floculación, se separan y precipitan por acción de la fuerza de gravedad en el fondo de una o varias cámaras llamadas sedimentadores. La Sedimentación se realiza siempre en forma totalmente hidráulica y se lleva a cabo principalmente reduciendo la velocidad y el gradiente del agua floculada.

La sedimentación en las plantas convencionales normalmente se realiza en varias unidades en sentido horizontal que es poco eficiente. En las plantas compactas normalmente se realiza en sentido diagonal que también es poco eficiente. Finalmente en las plantas de tecnología mixta la sedimentación se realiza en flujo vertical tipo pistón, a través de módulos de sedimentación acelerada que es el más eficiente sistema de sedimentación en la actualidad. Tanto así que las plantas convencionales están siendo reformadas para implementar este sistema de sedimentación acelerada.

Los sedimentadores de las plantas **convencionales** cuentan con tiempos de retención hidráulica del orden de 90 minutos o más, mientras que las plantas de tecnología **mixta** cuentan con TRH del orden de 40 a 50 minutos. Los gradientes que se manejan en ambas tecnologías de sedimentación son iguales y están en el orden de máximo 15 seg<sup>-1</sup>. Estas dos tecnologías también cuentan con

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

	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN SIG-V2</b>	<b>MANUAL OPERACIÓN PLANTA ESTACION MORENO</b>	
	<b>PROCESO:</b>	<b>CÓDIGO: M-GCB-04</b>	<b>VERSIÓN: 2</b>
	<b>GESTION DE LA COBERTURA</b>	<b>FECHA: 10-05-2017</b>	<b>PÁG. 18 DE 37</b>


sistemas de concentración de lodos y sistemas de extracción de los mismos, aunque son mucho más eficientes los de tecnología Mixta ya que las paradas para limpieza son mínimas y de muy corta duración. Igualmente cuentan con sistemas de distribución de agua floculada y sistemas de recolección de agua clarificada que garantizan equirpartición de flujos, lo cual garantiza gran estabilidad en la operación de estas plantas.

Para el caso nuestro, se seleccionó un sedimentador de alta tasa, de tecnología mixta, de flujo vertical, tipo pistón, con sistema de módulos de sedimentación acelerada, sistema concentrador de lodos y sistema de alta eficiencia de extracción de lodos.

El Sedimentador cumple con los siguientes requisitos:

- Tiempo de retención hidráulica neta 48 minutos.
- Altura total de 3.40 metros.
- Longitud total 9.00 m.
- Ancho total 4.00 m.
- Carga Hidráulica operacional 96 mt<sup>3</sup>/mt<sup>2</sup>/día.
- Carga Hidráulica de diseño 180 mt<sup>3</sup>/mt<sup>2</sup>/día.
- Gradiente en alimentación 14 Seg.<sup>-1</sup>.
- Tipo de Flujo entre módulos Laminar, Numero de Reynolds N<sub>R</sub> menor de 250.
- Sistema de Distribución de agua floculada, ubicado justo por debajo de los módulos de sedimentación acelerada, tiene un gradiente de 14 Seg.<sup>-1</sup>.
- Cuenta con cámara o zona de separación y sedimentación h= 0.40 m.
- Cuenta con sistema y zona de concentración de lodos h= 1.10 m.
- Cuenta con un sistema eficiente de extracción de lodos, tipo Doble Flauta diámetro de 6" y orificios aspiradores de 1.5 pulgadas.
- Cuenta con sistema de sedimentación acelerada con una altura de módulos de sedimentación acelerada de 1.04 metros y un área de 36 m<sup>2</sup>, los módulos son del tipo panel hexagonal plástico con inclinación a 60° y están fabricados en ABS no reciclado. Los módulos están soportados internamente sobre un sistema de vigas horizontales.
- Operación en Flujo tipo pistón.
- Flujo totalmente vertical.
- Cuenta con un sistema de recolección superior de agua clarificada que trabaja a tubos semillenos, que garantiza la recolección uniforme del agua clarificada.
- El sedimentador No presenta áreas, ni zonas muertas en donde se estanque el agua clarificada.

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

	SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN SIG-V2	MANUAL OPERACIÓN PLANTA ESTACION MORENO	
	PROCESO: GESTION DE LA COBERTURA	CÓDIGO: M-GCB-04	VERSIÓN: 2
		FECHA: 10-05-2017	PÁG. 19 DE 37

### 1.6.8.- PROCESO DE FILTRACION

La filtración en arena consiste en retener los pocos sólidos en suspensión, que por su bajo peso, no fueron separados del agua en el proceso de sedimentación.

En general, se considera la filtración como el paso de un fluido a través de un medio poroso que retiene la materia que se encuentra en suspensión. En las principales instalaciones de filtración, como es el caso de las plantas convencionales, los filtros suelen ser abiertos, mientras los filtros cerrados suelen utilizarse en tecnología mixta, para instalaciones medianas y pequeñas (menores de 300 m<sup>3</sup>/hr).

En las instalaciones de filtración de las estaciones de tratamiento de agua, el medio poroso suele ser generalmente arena, arena + antracita y la materia en suspensión que está constituida por flóculos o microflocos procedentes de la etapa anterior de sedimentación o bien formados expresamente cuando se sigue el proceso conocido como "microfloculación sobre filtro" o filtración directa". Los filtros de estas instalaciones, generalmente son abiertos, con velocidades de filtración entre 6 y 15 m/h, empleándose los filtros cerrados a presión en instalaciones pequeñas (menores de 300 m<sup>3</sup> /h).


El espesor de la capa de arena suele oscilar entre 0,6 y 1 m. y el tamaño efectivo entre 0.45 y 1 mm con un coeficiente de uniformidad entre 1,5 y 1,7. En el caso de lechos bicapa, el espesor de arena es 1/3 del total y sobre ella una capa de antracita de 2/3 del espesor total y talla efectiva entre 1,2 y 2,5mm.

Realmente, el espesor y granulometría depende de la velocidad de filtración, del tamaño y naturaleza de las partículas que van a ser retenidas y de la pérdida de carga disponible.

La tasa de filtración, para el caso de filtración rápida, suele ser del orden de 3 – 6 gpm/pie<sup>2</sup>. (230 - 300 mt<sup>3</sup>/mt<sup>2</sup>/día)

Uno de los parámetros más indicativos del comportamiento del filtro es la turbidez del agua filtrada. Al comenzar el período de filtración, partiendo de un lecho filtrante limpio, hay un período inicial de tiempo, relativamente corto, conocido como "período de maduración" en el cual la turbidez del agua filtrada va disminuyendo hasta alcanzar un punto a partir del cual la

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

	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN SIG-V2</b>	<b>MANUAL OPERACIÓN PLANTA ESTACION MORENO</b>	
	<b>PROCESO: GESTION DE LA COBERTURA</b>	<b>CÓDIGO: M-GCB-04</b>	<b>VERSIÓN: 2</b>
		<b>FECHA: 10-05-2017</b>	<b>PÁG. 20 DE 37</b>

turbidez se mantiene casi constante un período largo de tiempo, que dependerá de la altura de capa del lecho.

Continuando la filtración, se llegará aun punto a partir del cual la turbidez inicia un incremento, conociéndose este punto como el comienzo del "período de perforación" del lecho.

La pérdida de carga, que en el caso de un filtro, en definitiva nos indica el grado de dificultad que encuentra el agua a su paso a través de la arena, nos sirve para hacer un seguimiento del estado de atascamiento del lecho de arena con el transcurso de tiempo de filtración. Al construir los filtros, se fija la pérdida de carga máxima a la que podrá llegarse, y deberá ser tal que el tiempo que tarda en alcanzarse, sea igual o ligeramente inferior al tiempo, al cabo del cual se alcanzará la perforación del lecho, de esta forma, se aprovecha el atascamiento de la casi totalidad de la altura del lecho de arena previsto.

En el caso de plantas convencionales, para conseguir una tasa o velocidad de filtración constante, se pueden utilizar filtros que operan a nivel constante, con regulación aguas arriba y abajo mediante flotadores, válvulas de mariposa o sifones, o bien, emplear filtros de nivel variable, en los cuales, este nivel va aumentando a medida que aumenta la pérdida de carga como consecuencia del atascamiento o colmatación del lecho filtrante.


Llegado el momento de la máxima pérdida de carga de alguno de los filtros que forman la instalación, se interrumpe la entrada de agua a filtrar y se procede al lavado a contracorriente, que consta de tres fases: 1) Esponjamiento del lecho con aire a baja presión (entre 30 y 60 segundos). 2) Lavado con aire y agua (entre 3 y 6 minutos) y 3) Aclarado con agua (entre 12 y 7 minutos).

En el caso de plantas de tecnología mixta se emplean filtros cerrados que trabajan a presión por columna de agua o presión suministrada por una bomba cuando es necesario el rebombeo a un tanque elevado. Nunca requieren de aire en el proceso de retrolavado pues su sistema de lavado es de alta carga.

Para el caso de nuestro la filtración será realizada en filtros a presión. Se requiere de una batería de tres (3) filtros que operen fuera de la planta a presión. Los filtros serán fabricados en lámina metálica calibre 1/4" ASTM A-36. Contendrán cada uno 6250 kilos (125 bultos x 50 kilos) de arena cuarzo malla 8-12, 12-40 y 20-40.

Los filtros tienen las siguientes especificaciones:

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

	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN SIG-V2</b>	<b>MANUAL OPERACIÓN PLANTA ESTACION MORENO</b>	
	<b>PROCESO: GESTION DE LA COBERTURA</b>	<b>CÓDIGO: M-GCB-04</b>	<b>VERSIÓN: 2</b>
		<b>FECHA: 10-05-2017</b>	<b>PÁG. 21 DE 37</b>

- Filtro tipo Horizontal (Salchicha).
- Flujo descendente a presión.
- Tasa de filtración 2.82 galones por minuto por pie<sup>2</sup>.
- Número total de filtros tres (3).
- Diámetro de cada filtro: 5' (1.52 m).
- Longitud de cada filtro: 15' (4.57 m).
- Montados sobre 2 bases rectas.
- Entrada y salida de cada filtro 6".
- Dotados con válvula de desaireo de ½" y tapón de desagüe de 2".
- Dotados con tubería cabezal de agua de alimentación en 8".
- Dotados con tubería cabezal de agua de retrolavado en 8".
- Dotados con tubería cabezal de agua filtrada en 8".
- Dotados c/u con válvulas de 4" bridadas tipo para las operaciones de filtrado y retrolavado.
- Caudal de operación 212 gpm por cada filtro
- Caudal de lavado requerido 750 gpm por cada filtro
- Cada filtro debe ser retrolavado según Norma RAS, con agua filtrada proveniente de los otros filtros.

**SISTEMA DISTRIBUIDOR INTERNO:**


Cada filtro tiene un sistema distribuidor superior, que consta de un cabezal interno de 4" fabricado en AC con 22 difusores de 2", de 32 galones por minuto c/u, tipo ducha de flujo vertical para garantizar buena distribución y uniforme filtración y lavado, estos distribuidores son fabricados en Polipropileno y PVC.

**SISTEMA COLECTOR INTERNO:**

Cada filtro tiene un sistema colector inferior, que consta de un cabezal interno de 4" fabricado en AC con 36 colectores de 2", de 20 galones por minuto c/u tipo ranurado para garantizar buena distribución y uniforme filtración y lavado, estos distribuidores son fabricados en Polipropileno y PVC. Nuestra tecnología no emplea FALSO FONDO ya que es una tecnología ya en desuso.

**LECHO FILTRANTE:**

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

	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN SIG-V2</b>	<b>MANUAL OPERACIÓN PLANTA ESTACION MORENO</b>	
	<b>PROCESO: GESTION DE LA COBERTURA</b>	<b>CÓDIGO: M-GCB-04</b>	<b>VERSIÓN: 2</b>
		<b>FECHA: 10-05-2017</b>	<b>PÁG. 22 DE 37</b>

Los filtros están cargados con 6250 kilos c/u, de tres tipos diferentes de arena tipo cuarzo con coeficiente de uniformidad de 1.45, el primero es arena malla 8-12, con un espesor de 0.40 m. sobre esta se carga arena malla 12-20, con un espesor de 0,15 m. y finalmente el último lecho o sea el superior se carga con arena malla 40-60 con un espesor 0.60 m. para obtener cierto grado de microfiltración.

**MEDIDAS ALTURA DEL LECHO FILTRANTE:**

LECHO INFERIOR = Arena malla 8-12, con un espesor de 0.40 m.  
 LECHO INTERMEDIO = Arena malla 12-20, con un espesor de 0.15 m.  
 LECHO SUPERIOR = Arena malla 20-40, con un espesor de 0.60 m.  
 TOTAL ALTURA LECHOS= 1.15 M.

**MEDIDAS POR FILTRO:**

Diámetro = 5 Pies (1.524 m).  
 Longitud = 15 Pies (4.572 m).  
 Peso Vacío = 2.2 toneladas .C/U  
 Peso En operación = 16 toneladas. C/U.  
 Entrada = 4”  
 Salida = 4”  
 Desagüe = 2”


**MATERIAL DE FABRICACION DE FILTROS Y ACCESORIOS:**

Cada filtro esta fabricado así: Cilindro y Tapas en lámina HR Acero Carbono calibre ¼” calidad A-36 ASTM. Tapas Abombadas y Redondeadas. Soldaduras todas las juntas serán unidas con electrodos de penetración y presentación bajo procedimiento calificado de la AWS.

Cada filtro esta dotado de:

- Tres Válvulas metálicas tipo mariposa de 4” de diámetro.
- Unión de 4” para entrada con brida soldada.
- Unión de 4” para salida con brida soldada.
- Patas de 25 centímetros.
- Manhole lateral de 15”x 19”
- Colectores y Distribuidores.

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

	SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN SIG-V2	MANUAL OPERACIÓN PLANTA ESTACION MORENO	
	PROCESO: GESTION DE LA COBERTURA	CÓDIGO: M-GCB-04	VERSIÓN: 2
		FECHA: 10-05-2017	PÁG. 23 DE 37

### 1.6.9.- SISTEMAS DE MONITOREO Y CONTROL

Para lograr un excelente control de la operación de la planta de potabilización se suministraran e instalaran los siguientes equipos de monitoreo:

#### 1.6.9.1.- EQUIPO MULTIPARAMETRICO (Cloro, pH, potencial de oxido-reducción REDOX y Turbiedad)

Para control en línea de Cloro Libre, pH y Turbiedad:

Modelo : WQCT M permite el Monitoreo y Control del pH, Potencial de Redox, Cloro Residual libre y Turbiedad.

Cuenta con la posibilidad de comandar la bomba dosificadora de Floculante mediante un setpoint.

La pantalla grafica retroiluminada facilita las lecturas y provee a los operadores de toda la información necesaria para la operación de los equipos. El Instrumento posee setpoints ON/OFF y salidas digitales proporcionales para conectar a bombas dosificadoras o a cualquier otro equipo apropiado para recibir pulsos digitales externos. Se puede conectar a una impresora para conocer el resumen de los eventos ocurridos durante un periodo de tiempo definido por el operador. Las alarmas se pueden ajustar de acuerdo al parámetro que se esta midiendo.

Características técnicas del Controlador Multiparamétrico:

#### RANGO DE MEDICIÓN :


pH: 0 a 14.00 unidades de pH

ORP : 0 a 1999 mv.

Cloro Residual: 0 a 10.00 mg/lit de Cl<sub>2</sub>

Turbiedad : 0 a 40 NTU.

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

	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN SIG-V2</b>	<b>MANUAL OPERACIÓN PLANTA ESTACION MORENO</b>	
	<b>PROCESO: GESTION DE LA COBERTURA</b>	<b>CÓDIGO: M-GCB-04</b>	<b>VERSIÓN: 2</b>
		<b>FECHA: 10-05-2017</b>	<b>PÁG. 24 DE 37</b>

**RESOLUCION:**

pH  
1.0 mv  
0.01 mg/lit Cl2  
0.01 NTU

**TEMPERATURA DE TRABAJO: 0 - 50 °C**

**Set Points:**

Dos alarmas para pH  
Dos alarmas para mv.  
Dos alarmas para mg/lit Cl2  
Dos alarmas para NTU.  
Un proporcional digital.  
Un constante para flotante.

**SALIDAS:**

DOS ON OFF para pH.  
Un ON OFF para mv.  
DOS ON OFF para mgr/lit Cl2  
Un ON OFF para NTU.  
Un proporcional digital.


**ENTRADAS:**

Uno (1) para emisor se pulsos en contadores de agua.  
Tres (3) de Medición de Nivel.  
Uno (1) de Caudal.  
Uno (1) para Stand-by.  
Compensación automática del pH para la medición de Cloro Residual.  
Visualización del setpoint y de la alarma.  
Puerto para impresora.

**MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN : ABS**

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



	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN SIG-V2</b>	<b>MANUAL OPERACIÓN PLANTA ESTACION MORENO</b>	
	<b>PROCESO: GESTION DE LA COBERTURA</b>	<b>CÓDIGO: M-GCB-04</b>	<b>VERSIÓN: 2</b>
		<b>FECHA: 10-05-2017</b>	<b>PÁG. 25 DE 37</b>

**GRADO DE PROTECCIÓN : IP 65**

Controles digitales.

Calibración Manual.

Alimentación eléctrica: 115 vac, 50/60Hz.

Consumo Eléctrico : 12 W

Dimensiones 360x260x180 mm.

**EL EQUIPO INCLUYE:**

**UN ELECTRODO PARA PH** marca Emec modelo EPHS. Con las siguientes características:

Rango de medición : de 0 - 14 unidades de pH.

Presión Máxima : 7 Bar (103 psi).

Temperatura Máxima : 70°C.

Cuerpo del electrodo en Epoxy relleno con gel.

Diámetro de instalación : 12 mm.

Longitud del sensor: 168 mm.

Conexión Eléctrica : Tipo BNC.

Longitud del cable: 15 m.

Conductividad de Trabajo mínima 100 microsiemens.

**UNA CELDA AMPEROMETRICA** para la medición de Cloro Libre, modelo ECL1, con las siguientes características:

Rango de 0 a 20 mgr/lit.

Temperatura de trabajo: 1 – 45°C.

Presión Máxima de trabajo: 1 bar (14.7 psi).


Control de flujo 40 LPH.

Cuerpo en PVC.

Electrodos de Platino y Cobre

Longitud de cable: 1.5 metros

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

	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN SIG-V2</b>	<b>MANUAL OPERACIÓN PLANTA ESTACION MORENO</b>	
	<b>PROCESO: GESTION DE LA COBERTURA</b>	<b>CÓDIGO: M-GCB-04</b>	<b>VERSIÓN: 2</b>
		<b>FECHA: 10-05-2017</b>	<b>PÁG. 26 DE 37</b>

Compensación por pH y temperatura.

**SENSOR DE TURBIEDAD** modelo **ETORB**, con las siguientes características técnicas:

Rango: 0 a 20 NTU.

Un fotodiodo emisor y uno receptor.

Entrada y salida de la muestra.

Presión máxima de trabajo: 0.5 bar (7 psi)

Caudal máximo: 40 l/h.

**SENSOR DE REDOX** modelo **ERHS**, con las siguientes características técnicas:

Rango: 0 a 1999 mV.

Entrada y salida de la muestra.

Presión máxima de trabajo: 0.5 bar (7 psi)

Caudal máximo: 40 l/h.


#### ACCESORIOS ADICIONALES

- \* Soluciones Tampón de pH 4, pH 7 y pH 9.
- \* Un (1) electrolito EMEC Ref: **ELECL-3** para la celda amperométrica ECL3.
- \* Solución Tampón **BSTORB** de 40 NTU.
- \* Un (1) sensor de proximidad, modelo **SEPR**, para el control del flujo.
- \* Un (1) filtro de agua de 5", modelo **NFIL/60**, con cartucho filtrante lavable hecho en PET y con tamaño de poro de 60 micras.
- \* Un porta electrodo modelo **NPED**, tipo cámara para alojar el electrodo **EPHL**
- \* Un (1) **porta-electrodo**, modelo **PEF1/E**, tipo cámara, para alojar la celda amperometrica ECL3, con control de flujo.
- \* Filtro de carbón activado **CA/AT** para la calibración de electrodo ECL3-10

#### **1.6.9.2.- MEDIDOR INDICADOR DE NIVEL**

**MEDIDOR INDICADOR DE NIVEL:** Se suministrará e instalará un medidor indicador de nivel de agua DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO. El sensor es de tipo capacitivo de proximidad indica cuando el tanque de almacenamiento está lleno. Alimentación a 115 VCA o menos. Se instala en la parte alta del tanque de almacenamiento de agua tratada

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

	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN SIG-V2</b>	<b>MANUAL OPERACIÓN PLANTA ESTACION MORENO</b>	
	<b>PROCESO: GESTION DE LA COBERTURA</b>	<b>CÓDIGO: M-GCB-04</b>	<b>VERSIÓN: 2</b>
		<b>FECHA: 10-05-2017</b>	<b>PÁG. 27 DE 37</b>

**1.6.9.3.- INDICADOR INTERRUPTOR DE CAIDA DE PRESIÓN DE FILTROS:** Se suministrará e instalará un indicador/detector de presión diferencial, para determinar por respaldo el inicio de secuencia cuando se deben lavar los filtros, tipo sensor capacitivo de proximidad, alimentación a 115 VCA o menos. Se instala en la parte alta del tanque de equilibrio de la planta.

**1.6.9.4.- INDICADOR MEDIDOR DE CAUDAL:** Se suministrará e instalará un CAUDALIMETRO del tipo ultrasónico. Este se instalara en dos puntos diferentes uno a la entrada de la planta y otro sobre la línea salida del agua filtrada al tanque de almacenamiento.

Se medirán los caudales de entrada de agua cruda a la planta y el caudal neto de agua que produce la planta. Las especificaciones de este medidor se presentan a continuación:

PRINCIPIO DE MEDICIÓN: Principio de correlación de diferencia de tiempo de transito ultrasónico.

Velocidad de flujo: de 0.01 a 25 m/s

Resolución : 0.025 cm/s.

Repetibilidad: 0.15% de la lectura +- 0.01 m/s.

Peso: 2.8 Kg.

Grado de Protección : IP-65

Material de fabricación: Aluminio recubierto.

Dimensiones: 280x200x70 mm AxHxP.

Canales de Medida : Hasta dos (2) Puntos de medida.

Alimentación : 100-240 VAC 12/24/48 VDC.

Pantalla : 2 x 16 caracteres Iluminación posterior.

Temperatura de operación : -10°C – 60 °C.

Consumo de potencia : < de 15 W.

Amortiguador de señal: 0 – 100 s. Ajustable.


Ciclo de medida 100- 1000 Hz (1 Canal).

Tiempo de respuesta : 1 s (1 canal)

#### FUNCIONES DE MEDICION

Cantidades de medida: Caudal volumétrico y másico, Velocidad de flujo

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

 <p>empoduitama acueducto alcantarillado Cuida lo Vibrante ESENCIA DE LA VIDA</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN SIG-V2</b>	<b>MANUAL OPERACIÓN PLANTA ESTACION MORENO</b>	
	<b>PROCESO: GESTION DE LA COBERTURA</b>	<b>CÓDIGO: M-GCB-04</b>	<b>VERSIÓN: 2</b>
		<b>FECHA: 10-05-2017</b>	<b>PÁG. 28 DE 37</b>

Totalizadores: Volumen, Masa.  
Funciones de cálculo: Media, diferencia y suma.

### REGISTRO DE DATOS

Valores registrables: Todas las cantidades de medida y los totalizadores.

### COMUNICACIÓN

Interfases: RS-232 y RS-485.

### **1.6.10.- TABLERO DE CONTROL Y SISTEMA ELÉCTRICO:**

La planta por ser de funcionamiento HIDRAULICO, requiere de muy poca energía eléctrica:

### RESUMEN DE EQUIPOS / POTENCIAS / ALIMENTACION

- 1.6.10.1.- Bomba de inyección de Cloro. Marca Barnes Potencia 1.5 HP . Bifasica. 220 V. AC
- 1.6.10.2.- Bomba Dosificadora Coagulante. Potencia 0.032 HP / 19 W. Monofasica. 110 V. AC
- 1.6.10.3.- Bomba Dosificadora Alcalinizante. Potencia 0.032 HP / 19 W. Monofasica. 110 V.AC
- 1.6.10.4.- Bomba Dosificadora Auxiliar. Potencia 0.032 HP / 19 W. Monofasica. 110 V.AC
- 1.6.10.5.- Bomba Dosificadora Auxiliar. Potencia 0.032 HP / 19 W. Monofasica. 110 V. AC
- 1.6.10.6.- Equipo Multiparametrico. Potencia 0.016 HP / 12 W. Monofasica. 110 V AC
- 1.6.10.7.- Medidor Ultrasónico. Potencia 0.018 HP / 15 W. Monofasica. 40 VDC
- 1.6.10.8.- Medidor indicador Nivel. Potencia 0.013 HP / 1 W. Monofasica. 110 V.
- 1.6.10.9.- Indicador Interruptor de Presión. Potencia 0.013 HP / 1 W. Monofasica. 110 V.

En resumen los equipos de la planta consumen un total de 1.243 Watios (0.91 HP)

El Tablero para el control automático de dosificación de químicos de la planta, incluye:

- Tablero metálico para intemperie con botones y luces de señalización.
- Dos interruptores para control automático de las CUATRO (4) bombas dosificadoras.
- Térmicos.
- Totalizador de corte.
- Contactores respectivos para las bombas

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



## II.- APLICACIÓN DE PRODUCTOS.

Para el adecuado tratamiento del agua se requiere la aplicación de tres (3) productos químicos:

El primero de ellos es el HIDROXICLORURO DE ALUMINIO líquido que es el encargado de COAGULAR el agua y los coloides eliminando la turbidez presente en ella, este producto también contribuye a la remoción de color y bacterias. El HIDROXICLORURO DE ALUMINIO se debe dosificar en forma líquida pura tal como viene en la garrafa original de 15 galones o 55 galones .

El segundo de ellos es el CLORO GASEOSO que es el encargado de desinfectar el agua eliminando todas las bacterias y microorganismos presentes en ella, este producto también contribuye a la oxidación del hierro, manganeso y demás sustancias orgánicas presentes en el agua susceptibles de oxidar.

El tercer producto es el ALCALINIZANTE ALUMINATO DE SODIO al 20 % que es la encargada de aumentar la alcalinidad del agua y por ende el pH del agua. El Aluminato de Sodio se debe dosificar en forma líquida pura tal como viene en la garrafa original.

El cuarto producto sólo se debe dosificar si la turbidez sobrepasa los 400 NTU, es el AYUDANTE DE COAGULACION QUE ES UN POLIMERO CATIONICO DE BAJO PESO MOLECULAR Y ALTA CARGA IONICA que es el encargado de aumentar el tamaño y peso de los flóculos cuando el agua cruda tiene mucha turbidez.

Para determinar la dosis exacta de cada producto se recomienda llevar a cabo el siguiente procedimiento:


Realiza las PRUEBAS DE JARRAS de rigor para evaluar la dosis de coagulante y demás productos.

Determine parámetros de alcalinidad, pH y Cloro libre en la prueba de jarras.

Realice la curva de demanda de Cloro para determinar los requerimientos de Cloro.

HIDROXICLORURO DE ALUMINIO (Producto ubicado en la BOMBA dosificadora N°2): Se debe ajustar la dosis de este producto observando la turbidez del agua cruda si esta se incrementa demasiado se debe aumentar la dosis del HIDROXICLORURO DE ALUMINIO teniendo en cuenta el siguiente criterio: Sí los flóculos formados en el floculador se suben y forman una capa flotante, existe una sobredosis del producto y se hace necesario la disminución del mismo en la bomba

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

	SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN SIG-V2	MANUAL OPERACIÓN PLANTA ESTACION MORENO	
	PROCESO: GESTION DE LA COBERTURA	CÓDIGO: M-GCB-04	VERSIÓN: 2
		FECHA: 10-05-2017	PÁG. 30 DE 37

dosificadora. Sí el agua es turbia y los flóculos no se forman o son demasiado pequeños falta producto, por lo que se debe aumentar la dosis.


CLORO GASEOSO ( Desinfectante) (Producto aplicado en la línea de conducción de agua tratada a los filtros: Se debe Mantener el residual de Cloro libre del agua tratada y filtrada entre 1.5 y 2 partes por millón (ppm). Esta medición se debe hacer con el medidor multiparamétrico celda de Cloro. Use también la vía química, empleando el Kit comparador método preferiblemente DPD, siga las instrucciones de manejo del Kit. Si la lectura es menor de 0.5 ppm o sea que hay poco residual de Cloro, aumente ligeramente la dosis de Cloro en el equipo Clorador girando hacia la derecha, en sentido de las manecillas del reloj un mínimo desplazamiento la perilla del dosificador de Cloro, en caso contrario si el residual de Cloro es alto, mayor de 1.5 partes por millón disminuya la dosis.

ALUMINATO DE SODIO ( Alcalinizante): Se debe Mantener una alcalinidad del agua tratada después de filtros entre 50 y 70 mgr/lit. el pH del agua tratada entre 7.2 y 7.5. Esta medición se debe hacer en el sensor multiparamétrico, sobre la línea que va al tanque de almacenamiento. Use también el Kit para determinación de alcalinidad, no olvide lavarlo varias veces antes de usarlo. Si la lectura de pH es menor de 7.2 o la de alcalinidad menor de 50 mgr/lit. aumente ligeramente la dosis de Aluminato de Sodio girando hacia la derecha, en sentido de las manecillas del reloj un mínimo desplazamiento la perilla de la bomba dosificadora, en caso contrario si el pH es alto, mayor de 7.6 o la alcalinidad es mayor de 80 mgr/lit. disminuya la dosis girando hacia la izquierda en sentido contrario a las manecillas del reloj un mínimo desplazamiento la perilla de la bomba dosificadora de Aluminato de Sodio.

### III.- ARRANQUE Y PUESTA EN MARCHA.


ADVERTENCIA: Para el éxito de la operación de la planta se debe contar con todos los equipos de análisis como Turbidímetro, Colorímetro, analizador de pH, analizador de Cloro libre método DPD, Analizador de alcalinidad. **SINO SE CUENTA CON ESTOS APARATOS ES MEJOR NO OPERAR LA PLANTA.** Igualmente la planta debe ser operada todo el tiempo por personal calificado y nunca debe dejarse en operación sola. Es decir siempre debe haber por lo menos un operador en cada turno las 24 horas.

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

	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN SIG-V2</b>	<b>MANUAL OPERACIÓN PLANTA ESTACION MORENO</b>	
	<b>PROCESO: GESTION DE LA COBERTURA</b>	<b>CÓDIGO: M-GCB-04</b>	<b>VERSIÓN: 2</b>
		<b>FECHA: 10-05-2017</b>	<b>PÁG. 31 DE 37</b>

1. Antes de intentar arrancar la planta de debe haber hecho una caracterización del agua cruda que está por ingresar a la planta, determinando TURBIDEZ, COLOR, PH, ALCALINIDAD TOTAL. Reporte y registre los resultados en el libro bitácora de operación de la planta y en los cuadros de resumen de análisis.
2. Realice las PRUEBA DE JARRAS necesarias para establecer la dosis de cada uno de los productos químicos. Una vez establecida las dosis a aplicar de cada uno de los productos (Partes Por Millón PPM), ajuste la dosis a aplicar de cada una de las dos bombas dosificadoras, midiendo con una probeta aforada de 100 mililitros de capacidad cuantos mililitros de cada producto están dosificando, ajuste la graduación de las bombas a las partes por millón (PPM) que dio la Prueba de Jarras.
3. Energice el tablero de control subiendo el BRAKER TOTALIZADOR a la posición ON.
4. Coloque todos los selectores de tres posiciones del tablero de control en posición OFF. El primero de izquierda a derecha es el de la bomba de Cloro + Multiparamétrico, el segundo corresponde a la primera bomba dosificadora, el tercero corresponde a la segunda bomba dosificadora, el cuarto a la tercera bomba dosificadora y el quinto a la cuarta bomba dosificadora.
5. Verifique que haya suficiente cantidad de los tres (3) productos químicos (Hidroxiclورو Aluminato y Cloro gaseoso). De no ser así reemplace la garrafa o tanque que esté por acabarse por una llena. Verifique también la cantidad de Cloro gaseoso que se dispone, y remplace el tanque de Cloro si es necesario.
6. Ceba las dos bombas dosificadoras una por una para sacarle el aire en la manguera de succión, colocando el respectivo selector del tablero en posición manual MAN y abriendo el grifo de purga.
7. Una vez cebadas las dos dosificadoras, cierre el grifo de purga y verifique el sonido de las bombas el cual debe ser un golpe muy suave, verifique que el producto fluye por la manguera de descarga. Coloque los selectores de las dos bombas de químicos en posición AUTO. Si es preciso ajuste la dosificación de cada producto según la prueba de jarras. A manera de Guía, cuando la planta se opera a 40 LPS la Bomba de Hidroxiclورو se puede fijar en 28% de apertura del Dial de cantidad de producto de la bomba N2, con 100% de apertura del Dial de frecuencia de golpes. La bomba de Aluminato de Sodio se puede fijar en 60% de apertura del Dial de cantidad de producto de la bomba N4, con 100% de apertura del Dial de frecuencia de golpes.

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

	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN SIG-V2</b>	<b>MANUAL OPERACIÓN PLANTA ESTACION MORENO</b>	
	<b>PROCESO: GESTION DE LA COBERTURA</b>	<b>CÓDIGO: M-GCB-04</b>	<b>VERSIÓN: 2</b>
		<b>FECHA: 10-05-2017</b>	<b>PÁG. 32 DE 37</b>

8. Si la planta está llena, drene los lodos sedimentados en el fondo del sedimentador de la planta, abriendo las válvulas de 6" respectivas de descarga de lodos, observe el agua y deje la válvula abierta hasta que el agua se torne clara. Proceda a cerrar completamente las válvulas de lodos. Verifique que no quede goteando.
9. Verifique que los selectores del tablero de la planta de potabilización estén en posición OFF y que el equipo Multiparamétrico este apagado y desconectado.
10. Coloque los selectores del tablero correspondientes a las bombas dosificadoras 2 (Hidroxiclورو) y 4 (Aluminato) en posición AUTO. Si las bombas dosificadoras de químicos se prendieron, cébelas, de lo contrario en el tablero de control eléctrico de la planta de agua, colóquelas en manual una a una y Cebe (Sacar las burbujas de aire de la manguera de succión) las dos bombas dosificadoras, poniendo en posición manual (MAN) los selectores de dos bombas dosificadoras, abriendo los grifos de purga de cada una de las bombas dosificadoras, no olvide verificar que las mangueras de retorno de los grifos estén retornando cada químico a su respectiva garrafa. No olvide cerrar nuevamente los grifos de cebado. Apague nuevamente las bombas dosificadoras y déjelas en posición AUTO.
11. Verifique que todas las válvulas de mariposa requeridas para envío de agua al tanque de almacenamiento, tanto de la planta, como de los tres filtros y las válvulas finales de envío de agua a tanques de almacenamiento estén abiertas.
12. Verifique que las válvulas de retrolavado de los frontales de cada filtro están cerradas.
13. Verifique que las válvulas de desocupación de la planta estén todas cerradas, como desagüe de la cámara de disipación, desagüe del floculador, desagüe del sedimentador, desagüe del tanque de equilibrio.
14. Conecte y encienda el medidor de caudal ultrasónico.
15. Inicie la alimentación de agua cruda a la planta de potabilización, abriendo lentamente la válvula de mariposa de alimentación de agua cruda de 8". Siga el procedimiento establecido para dar agua a la planta "CALIBRACION Y REGULACION DE VALVULA SOSTENEDORA DE PRESION"


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





16. Ajuste el caudal de entrada a la planta en 40 LPS preferiblemente, verificando dicho caudal en el medidor ultrasónico digital. Nunca alimente más de 40 LPS de agua cruda a la planta.
17. Una vez se permite el ingreso de agua cruda a la planta de potabilización de agua, verifique el buen funcionamiento de las bombas dosificadoras.
18. Una vez se llene el floculador tome muestra del agua floculada y determine el pH, via colorimétrica ROJO FENOL preferiblemente, si este es inferior a 7.4 aumente ligeramente la dosis de Aluminato hasta obtener 7.4. Si el pH es superior a 7.6 disminuya la dosis de Aluminato.
19. Observe si hay formación de floc, su tamaño, uniformidad, abundancia, y apariencia del agua floculada, realice los ajustes de dosificación del Hidroxicloruro y vuelva a determinar el pH del agua floculada, realice ajustes en la dosis de Aluminato si el pH disminuye o aumenta por debajo o por encima del límite de control.
20. Realice las pruebas de rigor como prueba de jarras para establecer y comprobar las dosis de los químicos.
21. Verifique visualmente en la parte alta del FLOCULADOR, Observe con detenimiento el agua que asciende en la parte alta del FLOCULADOR hacia las FLAUTAS PERFORADAS deben apreciarse claramente la formación de Floccs (partículas grandes de un tamaño aproximado de entre 1 y 3 milímetros). Si no se alcanzan a apreciar los floccs verifique el pH del agua floculada, debe estar entre 7.3 y 7.5, sino es así corrija el pH aumentando o disminuyendo la cantidad de Aluminato (Girando una línea el dial de la bomba dosificadora Bomba Dosificadora). Espere 15 minutos y vuelva a leer el pH.
22. Repita este procedimiento hasta dejar el pH en su rango. Sí aún no se han formado los Floccs aumente la dosis de coagulante (Girando una línea el dial de la bomba dosificadora de HIDROXICLORURO DE ALUMINIO) en la Bomba Dosificadora correspondiente, hasta que se formen adecuadamente en tamaño y densidad. Si por alguna circunstancia se forma una nata sobre el agua en la parte alta del FLOCULADOR esto quiere decir que hay un exceso de COAGULANTE HIDROXICLORURO DE ALUMINIO por lo que se debe disminuir la cantidad de este producto modificando la dosis del mismo en su bomba correspondiente.
23. Verifique visualmente en la parte alta del SEDIMENTADOR LA APARIENCIA DEL AGUA CLARIFICADA, Observe con detenimiento el agua que asciende en la parte alta del


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

	SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN SIG-V2	MANUAL OPERACIÓN PLANTA ESTACION MORENO	
	PROCESO: GESTION DE LA COBERTURA	CÓDIGO: M-GCB-04	VERSIÓN: 2
		FECHA: 10-05-2017	PÁG. 34 DE 37

SEDIEMNTADOR hacia las FLAUTAS PERFORADAS deben apreciarse cristalina o muy poco turbia.

24. Mantenga cerrada la válvula de mariposa de 8" que permite el trasiego de agua desde el tanque de equilibrio hasta los filtros, cuando este tenga un 60% de nivel de llenado abra la válvula de trasiego de 8" del mismo y envíe el agua clarificada a los filtros.
25. Proceda a lavar los tres filtros siguiendo el procedimiento de lavado de filtros. (Ver más adelante).
26. Terminado el proceso de lavado de filtros, déjelos en servicio nuevamente. Tenga en cuenta y escriba la fecha y hora de lavado de filtros. La diferencia de lectura servirá para determinar cuando se deben lavar dichos filtros por tercera vez.
27. Transcurrida una hora de operación realice un análisis de Cloro libre, pH, Alcalinidad Turbidez y demás análisis de rigor.
28. Encienda la bomba de inyección de cloro y conecte a la toma eléctrica el equipo multiparametrico para determinar la calidad de agua que se envía a tanques de almacenamiento. Turbidez, Cloro libre, pH y potencial de redox.
29. El pH deberá estar entre 6.5 y 7.5.
30. La turbidez deberá ser menor o igual a 1 NTU.
31. El Cloro residual deberá estar entre 1.5 y 2 ppm.
32. El potencial de REDOX deberá estar entre 500 y 1000 mv.
33. Actúe según el caso corrigiendo el parámetro que este fuera de control.
34. Una vez estabilizados todos los parámetros (pH, Cloro Residual Libre y formación de Flocs) la planta estará completamente estabilizada.
35. Verifique el nivel de llenado del tanque de almacenamiento de agua potable.

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

	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN SIG-V2</b>	<b>MANUAL OPERACIÓN PLANTA ESTACION MORENO</b>	
	<b>PROCESO: GESTION DE LA COBERTURA</b>	<b>CÓDIGO: M-GCB-04</b>	<b>VERSIÓN: 2</b>
		<b>FECHA: 10-05-2017</b>	<b>PÁG. 35 DE 37</b>

36. Monitoree continuamente los parámetros de control, como pH, Cloro residual, Alcalinidad, Turbidez.

37. Transcurridas 8 Horas realice una purga de lodos abriendo primero una válvula de 6" por 30 segundos y una vez evacuados los de esta cámara, abrir la otra válvula y purgar la otra cámara durante el mismo tiempo. Observe en el pozo final de llegada abajo la apariencia de la purga para establecer si el tiempo de purga es correcto o se debe aumentar al igual que la frecuencia de purga de lodos.

38. Durante el transcurso de la operación de la planta observe el nivel del tanque de equilibrio de la planta (Tercera cámara), este nivel se irá incrementando poco a poco indicando el grado de taponamiento del lecho filtrante de los filtros. Este nivel no debe llegar tan alto es decir no se debe esperar a que suene la sirena de lavado o se encienda la luz roja de alarma de lavado. El lavado debe hacerse con tiempo para evitar que se rebose el agua de la planta. El lavado debe hacerse cada ocho (8) horas así no se presente alto nivel de la cámara de equilibrio, esto con el fin de que la arena no se compacte demasiado.

#### **IV.- OPERACIÓN DE FILTRACION Y RETROLAVADO DE LOS FILTROS.**

La operación normal de los filtros es el filtrado continuo de agua al tanque de almacenamiento, para lograr esto se deben dejar abiertas las válvulas de la derecha de cada filtro (Válvulas de 4") y las válvulas generales de ingreso a tanques (Válvulas de 8") y se deben dejar cerradas las válvulas de la izquierda de cada uno. Recuerde que las válvulas inferiores de los filtros siempre deben permanecer abiertas, aún en proceso de lavado y no deben tocarse.

- El sistema de filtración está constituido por tres (3) filtros a presión fabricados en Lámina metálica calibre ¼", y contienen internamente arena de varios tamaños y calidades especiales, la cual es la encargada de retener las partículas en suspensión que eventualmente pueda arrastrar el agua sedimentada (clarificada), por lo que a medida que operan los filtros, se va formando internamente una capa de suciedad sobre la superficie superior de la arena, lo que hace que en el proceso de filtrado, la calidad de agua se deteriore y requiera de un procedimiento de lavado.

LAVADO DE FILTROS: (Vea los diagramas 5,6,7 y 8)

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



El proceso de lavado de los filtros debe hacerse siempre y cuando la planta este operando en forma correcta.

El procedimiento para lavar de los filtros es el siguiente:


- Verifique que el tanque de equilibrio tenga por lo menos un 60 % de llenado de agua. De no ser así permita que el nivel del tanque de equilibrio suba.
- Cierre las válvulas de 8" ubicadas a la entrada del tanque de almacenamiento.
- Proceda a lavar los filtros en orden numérico ascendente, siendo el N°1 el izquierdo y el N°3. el más derecho.
- Lave el filtro N°1 así, Abra la válvula frontal de la izquierda del filtro y luego cierre la válvula frontal de la derecha de este filtro.
- Dirijase a la caja de desagüe y observe el agua de lavado que sale allí inicialmente sale cristalina pero a los pocos segundos se ensucia y enturbia, espere hasta que el agua en la caja aclare completamente. Se estima que en máximo 8 minutos debe aclarar el agua.
- Proceda a lavar el filtro N°2 en igual forma que el filtro N°1. No olvide cerrar la válvula de la izquierda del filtro N°1 y abrir la Válvula de la derecha del filtro N°1. Abra la válvula de la izquierda del filtro N°2, Cierre la válvula de la derecha (azul) del filtro N°2 y deje lavar este filtro.
- Repita los mismos pasos para el filtro N°3.
- Una vez lavados todos los tres filtros, proceda a abrir las Válvulas de 8" para permitir el llenado de los tanques de almacenamiento. Verifique que todas las válvulas estén en su adecuada posición.

#### V.- OPERACIÓN Y CONTROL DE LA PLANTA.

Una vez la planta haya sido estabilizada completamente se deben hacer los siguientes controles:

- Se debe estar verificando el nivel y cantidad de productos químicos existente y de necesitarse se deben reponer los productos químicos que se agoten.
- Se deben realizar análisis diarios de residual de Cloro libre, ph, Alcalinidad, color, turbidez y Prueba de jarras.
- Se debe verificar la apariencia y estado del agua cruda que ingresa a la planta y el agua clarificada arriba en lo alto de la planta (Color y Turbidez) con el fin de hacer los ajustes correspondientes.

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

	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN SIG-V2</b>	<b>MANUAL OPERACIÓN PLANTA ESTACION MORENO</b>	
	<b>PROCESO: GESTION DE LA COBERTURA</b>	<b>CÓDIGO: M-GCB-04</b>	<b>VERSIÓN: 2</b>
		<b>FECHA: 10-05-2017</b>	<b>PÁG. 37 DE 37</b>


- Por lo menos una vez al día se debe realizar purga de lodos del sedimentador mediante la apertura completa de las respectivas válvulas de fondo de 6”.
- Se debe realizar el retrolavado de los filtros por lo menos cada 12 horas aún si el tanque de equilibrio no muestra acumulación de agua o incremento de nivel. Esto se hace con el fin de evitar que la arena de los filtros se apelmace o forme zonas internas sin flujo de agua.
- Se debe Verificar todos los días la adecuada operación de las bombas dosificadoras, observando una a una para comprobar que sí están dosificando los químicos correspondientes en forma adecuada.
- Se deben enviar muestras de agua tratada a un laboratorio certificado para análisis microbiológico completo (Mesófilos, Coliformes totales y fecales y Hongos). y Cada 30 días un análisis físico químico completo.
- Cada tres días se deben calibrar los sensores de turbidez, ph y Cloro libre.
- Finalmente y a diario, el operador de la planta en cada turno debe accionar la válvula de extracción de lodos del SEDIMENTADOR, por espacio comprendido entre 30 y 60 segundos, durante este periodo el operador debe observar la apariencia del lodo extraído para verificar que se haga una extracción completa de los lodos acumulados. Cuando observe que el lodo aclara completamente hasta verse solo agua limpia debe cerrar la válvula de lodos.

#### **VI.- MANTENIMIENTO GENERAL.**

Para asegurar una adecuada operación de la planta y prolongar la vida útil de los equipos y de la planta, recomendamos realizar el mantenimiento que se describe a continuación:

- Se debe evitar a toda costa que ingresen elementos extraños como hojas, palos, a la planta vía acueducto, mucho menos al floculador, sedimentador y tanque de equilibrio por arriba.
- Nunca debe operarse la planta si hace falta alguno de los productos químicos.

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

 <small>Cuida la Vibrante ESENCIA DE LA VIDA</small>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN SIG-V2</b>	<b>MANUAL OPERACIÓN PLANTA ESTACION MORENO</b>	
	<b>PROCESO: GESTION DE LA COBERTURA</b>	<b>CÓDIGO: M-GCB-04</b>	<b>VERSIÓN: 2</b>
		<b>FECHA: 10-05-2017</b>	<b>PÁG. 38 DE 37</b>

- Se debe seguir haciendo mantenimiento adecuado al desarenador y a la bocatoma según el régimen de lluvias.
- El tanque de almacenamiento debe lavarse cada seis meses.
- Cada tres (3) meses se deben limpiar manualmente las bombas dosificadoras de químicos, tanto en las válvulas de pie, líneas de succión como de descarga y sus respectivas mangueras.
- Cada tres (3) meses se deben vaciar y lavar completamente el Floculador.
- Cada Cinco (5) meses se debe hacer lavado completo interior del Sedimentador.
- Cada seis (6) meses se debe hacer lavado interior del tanque de equilibrio de la planta.
- Cada año se debe hacer mantenimiento y lubricación a las bombas dosificadoras.
- Cada tres (3) años se debe retocar la pintura exterior e interior de los filtros de la planta.
- Cada tres (3) años se debe cambiar la totalidad de la arena de los filtros.

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