

**DIAGNOSTICO Y MEJORA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA DE
AGUAS DEL PARAISO S.A ESP**

ROSDANY MARCELA BUITRAGO LOPEZ

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE FISICO-QUIMICAS
ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA
BUCARAMANGA
2007**

**DIAGNOSTICO Y MEJORA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA DE
AGUAS DEL PARAISO S.A ESP**

ROSDANY MARCELA BUITRAGO LOPEZ

Trabajo de grado presentado como
requisito para obtener el título de
Ingeniera Química

Dr. CARLOS FERNANDO GUERRA HERNÁNDEZ

Director de proyecto

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE FISICO-QUIMICAS
ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA
BUCARAMANGA**

2007

DEDICATORIA

*A mi mami Nubia, mi papi Danilo
y mis hermanas Danuby y Nubdaly,
mi principal fuente de cariño, seguridad y respaldo.*

*A mi novio Freddy Alexander,
por su paciencia, animo y apoyo
durante la realización de mi práctica.*

AGRADECIMIENTOS

Al Doctor Carlos Fernando Guerra, director de este proyecto, por permitir que esta etapa de mi formación profesional la desarrollara bajo su dirección, y fundamentalmente por creer en mi.

Al Ing. Omar Carvajal, Gerente de Planta de VINOS DE LA CORTE S.A, por su gran amistad, confianza y paciencia en el desarrollo de mi práctica industrial.

Al Doctor Néstor Alfonso Sánchez, Gerente de AGUAS DEL PARAISO S.A ESP, quien me brindo su apoyo y amistad de manera incondicional.

Al persona operativo de la planta de AGUAS DEL PARAISO, por que sin su colaboración y trabajo arduo, no se hubiese logrado el objetivo propuesto.

A la Universidad Industrial de Santander, Personal de la Escuela de Ingeniería Química, y a todos aquellos que de una u otra forma hicieron posible que este trabajo se desarrollara de la mejor forma posible.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ACTUAL	3
1.1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS	3
1.2. FUENTE DE ABASTECIMIENTO	3
1.2.1. Generalidades	3
1.2.2. Cartografía del pozo	4
1.2.3. Comportamiento hidráulico de los acuíferos	4
1.2.4. Caracterización del agua cruda	5
1.3. PROCESO DE TRATAMIENTO DEL AGUA CRUDA	5
1.3.1. Etapa de Clarificación	5
1.3.1.1. Dosificación de productos químicos de Clarificación	6
1.3.2. PRIMERA ETAPA DE FILTRACIÓN	7
1.3.3. ETAPA DE POSTCLORACIÓN	7
1.3.4. ALMACENAMIENTO	7
1.3.5. SEGUNDA ETAPA DE FILTRACIÓN	8
2. DIAGNÓSTICO	9
2.1. ASPECTOS RELEVANTES	9
2.2. PROCESO DE TRATAMIENTO	10
2.2.1. Demanda y Calidad del agua tratada	10
2.2.2. Volumen de agua a tratar	12
2.2.3. Dosificación de productos químicos de clarificación	13

2.2.4. Mezcla de los productos químicos de clarificación	13
2.3. ETAPA DE POSTCLORACION	15
2.3.1. Dosificación	15
2.3.2. Operación de la bomba de Postcloración	15
2.4. PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS	16
2.4.1. Determinación	16
2.4.2. Concentración de Hierro	17
2.5. ETAPA DE FILTRACION	17
2.5.1. Frecuencias de retrolavado de filtros y drenado de tanques	17
2.5.2. Disposición de aguas de retrolavado de filtros, drenado de tanques y purga de hidrantes	17
2.6. OPERACIÓN DE LA PLANTA	18
2.6.1. Personal operativo	18
2.6.2. Documentación y registros	18
2.6.3. Recepción de productos químicos	19
2.6.4. Mantenimiento de los equipo de la planta	19
2.6.5. Seguridad y protección de operarios	19
2.7. INFRAESTRUCTURA	20
2.7.1. Oficina	20
2.7.2. Laboratorio	21
2.7.3. Zona de dosificación de productos químicos de clarificación	21
2.7.4. Zona de llenado de carro tanques	21
2.7.5. Zona de almacenamiento de productos químicos	21
3. RESULTADOS	22
3.1. PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUA	23
3.1.1. Puntos de dosificación	23
3.1.2. Dosificación de productos químicos de clarificación	23
3.1.3. Dosis óptima	24

3.1.4.	Etapa de Postcloración	25
3.1.5.	Determinación de parámetros fisicoquímicos	26
3.1.6.	Frecuencias de retrolavado de filtros y purga de Hidrantes	27
3.1.7.	Disposición de aguas de retrolavado de filtros y drenado de tanques	27
3.1.8.	Disposición aguas producto de purga de hidrantes	28
3.2.	DOCUMENTACION	28
3.2.1.	Libro General	28
3.2.2.	Registros, cronogramas e inventarios	28
3.2.3.	Diseño de la planta	29
3.2.4.	Seguridad Industrial	30
3.3.	INFRAESTRUCTURA	30
3.3.1.	Oficina y laboratorio	30
3.3.2.	Zona de almacenamiento de productos químicos de clarificación	31
3.3.3.	Zona de Bombeo	31
3.3.4.	Zona de dosificación de productos de clarificación	31
3.3.5.	Tanques de almacenamiento	31
3.3.6.	Zona de Carga	32
3.3.7.	Zonas Verdes	32
	CONCLUSIONES	33
	RECOMENDACIONES	35
	BIBLIOGRAFIA	37
	ANEXOS	38

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. RESULTADOS FISICOQUIMICOS Y BACTERIOLÓGICOS	39
ANEXO B. ESQUEMAS DE DISEÑO DE PLANTA DE AGUAS DEL PARAISO S.A ESP	43
ANEXO C. DOCUMENTOS INFORMACIÓN GENERAL DE LA PLANTA	49
ANEXO D. PROCEDIMIENTOS	71
ANEXO E. FORMATOS DE TABLAS Y REGISTROS	141

RESUMEN

TITULO:

DIAGNOSTICO Y MEJORA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA DE AGUAS DEL PARAISO S.A ESP.*

AUTOR:

Rosdany Marcela Buitrago López**

PALABRAS CLAVES:

Diagnóstico, proceso de clarificación, procedimientos, operación, documentación, infraestructura.

DESCRIPCION:

El agua como uno de los principales recursos vitales para el sostenimiento de los seres humanos, de igual forma juega un papel fundamental a nivel industrial, ya que constituye uno de los servicios industriales clave para el desarrollo de los procesos químicos.

La planta de Aguas del Paraíso S.A ESP, presenta deficiencias en el proceso de tratamiento del agua cruda, asimismo, las problemáticas generadas por una inadecuada operación de la planta, se refleja claramente en el inconformismo por parte de los usuarios con el servicio.

El desarrollo de la etapa de análisis y diagnóstico, así como la identificación del nivel de eficiencia del proceso de tratamiento y operación de la planta, determinan las acciones a tomar frente a los aspectos en evaluación.

El establecimiento de la dosis optima de productos de clarificación, las obras civiles realizadas y la estandarización de procedimientos e implementación de registros, constituyen las principales acciones emprendidas con el final de lograr el objetivo trazado.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Físico-químicas, Escuela de Ingeniería Química, Dr. Carlos Fernando Guerra Hernández

ABSTRACT

TITLE:

Diagnostic and improvement of the Water treatment of Aguas del Paraiso S.A ESP Plant .*

AUTOR:

Rosdany Marcela Buitrago López**

Keywords: Diagnostic, Clarification Process, procedures, operations, documentation, infrastructure.

DESCRIPTION:

Water, as a principal vital resource for the maintenance of human beings, in also plays a fundamental role at the industrial level, because it constitutes one of the principal industrial services in the development of chemical processes.

The Aguas del Paraíso S.A ESP plant, presents deficiency in the crude water treatment process. Thus, the problems generate by an inadequate operation of the plant, clearly reflects in the insatisfaction of the users of the service.

The development of the analysis and diagnostic stage, as well as the identification of the level of efficiency of the treatment and operation process of the plant, determine the action to be taken regarding the aspects begin evaluated.

The establishment of the optimum dose of the clarification products, the civil works realized, the process standardization and the implementation of registers constitute the principal actions taken to achieve the planned objective.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Físico-químicas, Escuela de Ingeniería Química, Dr. Carlos Fernando Guerra Hernández

INTRODUCCIÓN

AGUAS DEL PARAISO SA ESP, es la planta de tratamiento de agua que satisface las necesidades hídricas del Parque Industrial El Paraíso, ubicado en Santander de Quilichao, Cauca. La empresa tiene como objetivo, el suministro continuo de agua en condiciones de potabilidad según lo establece el decreto 475 de 1998, del Ministerio de salud.

Las empresas que conformaban el parque industrial en el periodo comprendido entre los años 1999 y 2001 no habían demandado agua en condiciones de potabilidad para sus procesos ya que son empresas que desarrollan sus productos con fines aislados del sector alimenticio; ésta situación hace que en ésta época, AGUAS DEL PARAISO S.A ESP. centralice sus acciones en garantizar el abastecimiento permanente de agua, dejando a un lado las deficiencias técnicas que presenta el proceso de clarificación.

El inconformismo con respecto a la calidad del agua suministrada, se pone de manifiesto en la medida en que nuevas empresas, principalmente del sector alimenticio, se incorporan al Parque Industrial. Se toman medidas al respecto hasta el año 2006, cuando se exige por parte de una empresa productora de bebidas alcohólicas y licores, condiciones de agua acordes al decreto mencionado anteriormente.

Por lo anterior, a partir de abril de 2006 hasta enero de 2007, AGUAS DEL PARAISO S.A ESP, destina la totalidad de las utilidades en proyectos de inversión técnica y operativa, que permitan estructurar sus procesos y se de cumplimiento al objetivo por el cual fue constituida la empresa.

El presente trabajo, realizado en modalidad de práctica industrial, constituye el diagnóstico y mejora de la Planta de tratamiento de agua de AGUAS DEL PARAISO S.A ESP, en los aspectos relacionados con el proceso de clarificación, operación, documentación e infraestructura. Se logra la implementación y estandarización de procedimientos y la modificación a nivel estructural de la planta, con los cuales se alcanzan las condiciones de proceso que satisfacen las necesidades de los usuarios a nivel de suministro y calidad del agua, y con el que finalmente se busca aumentar el grado de satisfacción por parte de los mismos.

1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ACTUAL

1.1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS

La planta de tratamiento de agua inicia operaciones en diciembre de 1998, implementando en su proceso de clarificación únicamente hipoclorito de calcio al 65%. Solo hasta el 19 de febrero de 2003, AGUAS DEL PARAISO S.A ESP, es constituida como sociedad anónima con objeto social principal, la prestación del servicio de alcantarillado pluvial, alcantarillado sanitario, acueducto y tratamiento de aguas residuales, comercialización, explotación, distribución y tratamiento del agua sustraída del pozo profundo y comercialización y distribución de agua tratada.

En abril de 2006, Vinos de la Corte S.A, VINCORTE S.A, compra los derechos proindivisos de AGUAS DEL PARAÍSO S.A correspondientes al pozo profundo, la planta de tratamiento de agua cruda y la planta de tratamiento de aguas residuales.

1.2. FUENTE DE ABASTECIMIENTO

1.2.1. Generalidades

La planta de tratamiento de aguas, Aguas del Paraíso S.A ESP, se abastece de agua cruda de un pozo subterráneo de 130 metros de profundidad, ubicado en la manzana H en la zona industrial El Paraíso, kilómetro 2 vía San Julián. El pozo fue construido por la Unidad de Pozos de la Secretaría de Agricultura y Fomento del departamento del Valle entre el 5 de febrero y el 8 de mayo de 1998,

teniendo como base los análisis del registro eléctrico y la columna litológica efectuados durante la etapa de perforación de sondeo. La fuente de abastecimiento, se encuentra a una distancia de 1500 metros de la planta de tratamiento de agua y suministra un caudal aprobado de 60LPS.

1.2.2. Cartografía del pozo

Esta ubicación fue ratificada en el concepto técnico de la CRC, correspondiente al pozo proyecto No.1, cuyas coordenadas cartográficas son las siguientes:

Norte : 827.123

Este : 1 '064.588

Plancha: 321-1-C del IGAC

Escala: 1:25.000

Debido a la altura de los niveles piezo-métricos en el pozo, la bomba esta instalada a 40 m. de profundidad con lo que se reduce la longitud de la columna de la bomba y la potencia del motor.

1.2.3. Comportamiento hidráulico de los acuíferos

El 24 de febrero de 1998, previa elaboración del diseño definitivo del pozo, se realizó el análisis del posible rendimiento de las capas acuíferas perforadas, con base en los valores de los parámetros eléctricos medidos en el registro eléctrico efectuado, la descripción litológica y la información hidráulica suministrada por el pozo de la Hacienda La Palma, ubicada en el Parque Industrial el Paraíso. Por el concepto técnico de la CRC, se infirió lo siguiente:

- El pozo hasta una profundidad de 120 metros muestra características hidrogeológicas favorables para el aprovechamiento del agua subterránea, ya que el 37% de los sedimentos permeables corresponden a capas acuíferas (49 metros).

- Los sedimentos de mayor permeabilidad, corresponden a gravas de tamaño fino a grueso y se localizaron entre 32 y 62 metros en el estrato que subyace a la formación volcánica intrusiva del fondo.
- Con base en los valores de resistividad y potencial espontáneo que presenta la capa de material intrusivo duro, se descarta como productora de agua.
- Tomando el rango de capacidad específica más baja para la zona (1.6 LPS/m) y calculado un abatimiento del orden de 30 metros, se espera que el pozo pueda producir un caudal de 48 LPS (750 GPM).

1.2.4. Caracterización del agua cruda

El anexo C.1, numeral 2.1.1, proporciona los rangos en los cuales oscilan algunos de los parámetros fisicoquímicos del agua cruda. Dichas condiciones, no presentan variaciones de magnitud considerable en un periodo mínimo de 5 días.

En términos generales el agua subterránea de la zona puede clasificarse como bicarbonatada, cálcico-magnésica, con dureza carbonatada o temporal, la cual puede utilizarse como fuente de abastecimiento sin inconveniente alguno.

1.3. PROCESO DE TRATAMIENTO DEL AGUA CRUDA

1.3.1. Etapa de Clarificación

Dadas las condiciones de diseño de la planta, el proceso de clarificación se realiza de manera batch y el suministro de agua al parque Industrial se lleva a cabo de forma continua. El anexo C.1, numeral 2.2.1, presenta el diagrama de bloques del proceso de tratamiento de agua.

Para el abastecimiento de agua cruda, se tiene instalado un sistema de bombeo de 75 HP a 1.750 RPM, el cual suministra agua a través de una acometida en

PVC de ocho (8) pulgadas directamente al tanque de sedimentación una vez se da inicio al tratamiento de un nuevo batch de agua. En éste tanque tienen lugar los fenómenos de coagulación, precloración, floculación y sedimentación; la dosificación de los productos químicos de clarificación (Coagulante, Hipoclorito de Sodio y floculante), se realiza por medio de bombas dosificadoras en el tramo de tubería de conducción de agua cruda; dicho tramo está ubicado a una distancia promedio de 12.37 m de la descarga al tanque. Ver Anexo C.1., numeral 3.8. *Tanque de sedimentación.*

La mezcla de los productos y el agua cruda, se realiza gracias a la turbulencia generada dentro del tramo de tubería limitado por el punto de dosificación de la solución de hipoclorito de sodio y su desembocadura al tanque de sedimentación, y adicionalmente el choque del agua contra una placa semicónica-cóncava ubicada a 1.10 m de la boca de dicho tanque. Durante el trayecto por la tubería de conducción y por el esparcimiento del agua al impactar con la placa, se propicia una agitación rápida que permite la homogenización de los productos. La caída del agua al tanque, promueve una leve agitación de la masa de agua contenida en el mismo que permite el aumento del tamaño del floc.

Una vez se completa el *tiempo de llenado* (Tiempo en el cual se alcanza el volumen de agua establecido para clarificar en el tanque de sedimentación), se procede a dar el *tiempo de residencia* (Tiempo de quietud o reposo de la masa de agua en el mismo tanque), en el cual los flócs formados sedimentarán de manera espontánea. Posteriormente, se llevan a cabo labores de drenado previos a la descarga del tanque.

1.3.1.1. Dosificación de productos químicos de Clarificación

La dosificación de productos químicos empleada en el proceso de clarificación corresponde a: Cloro 10.6 g/m³, Coagulante 18.8 ml/m³ y Floculante 13.4 ml/m³. Se tiene que para la mitad del volumen del tanque de sedimentación, se preparan

soluciones de productos de la siguiente manera: Solución de Cloro: 20 Litros de agua, 2 Kg. De Hipoclorito de Calcio. Solución de Coagulante: 4 litros de agua, 4 litros de coagulante. Solución de Floculante: 3 litros de agua, 3 litros de floculante. Para la totalidad del volumen, se emplea el doble de la dosis especificada.

1.3.2. PRIMERA ETAPA DE FILTRACIÓN

Posterior a la etapa de clarificación, se remueve parte de los sólidos suspendidos que no fueron sedimentados, haciendo pasar el agua tratada a través del filtro de arena. Material de construcción: acero al carbono, Dimensiones: 3 metros de largo y 1.20 metros de diámetro. Lecho del filtro: arena 3010 (2500 kg). Altura del lecho: 90 cm.

1.3.3. ETAPA DE POSTCLORACIÓN

En la etapa de postcloración, se establece el residual de cloro que se demanda en los tanques de almacenamiento y la red de distribución por medio de la dosificación continua de una solución de hipoclorito de calcio al 65% a través de la tubería de conducción. Esta dosificación debe garantizar que a la salida de la planta el residual de cloro se encuentre según el decreto 475/98 del ministerio de salud. El punto de la dosificación se encuentra ubicado a 7.35 m de la tubería de salida de filtro de arena y se emplea una bomba dosificadora de caudal máximo de 6.07 GPH y presión de trabajo máxima de 22 PSI para cumplir con esta finalidad.

1.3.4. ALMACENAMIENTO

En el anexo C.1., numeral 3.9., se muestra la caracterización de los tanques de almacenamiento con los cuales dispone la planta. En la etapa de almacenamiento, no hay adición de productos químicos, ni acondicionamiento alguno del agua tratada. Se realizan labores de drenado según el criterio del operario encargado.

1.3.5. SEGUNDA ETAPA DE FILTRACIÓN

El proceso de tratamiento de agua finaliza con la etapa de filtración a través de lechos de arena y carbón activado. Se presenta una segunda remoción de sólidos suspendidos y por lo tanto disminución de Turbiedad, color, olor y sabor. Material de construcción: acero al carbón. Material filtrante: arena 3010 (350 kg) y carbón activado (50 kg). Forma: Cilíndrica. Dimensiones: 1.20 m de altura y 0.80 metros de diámetro. Las anteriores especificaciones cumplen para las dos baterías de Filtración con que cuenta la planta.

La etapa de filtración con arena y postcloración, solo se llevan a cabo durante la descarga del batch de agua que fue clarificado. La etapa de filtración con arena/carbón, se realiza continuamente ya que ésta se efectúa antes de despachar el agua de los tanques de almacenamiento a la red de distribución del Parque Industrial.

2. DIAGNÓSTICO

La evaluación y diagnóstico de la planta de tratamiento de agua, se realiza por análisis directo del sistema en operación en un tiempo de 1 mes y medio durante el periodo de desarrollo de la práctica Industrial. A partir de la evaluación de cada una de los aspectos relacionados con el proceso de tratamiento de agua, se emite un concepto en el cual se pretende exponer el estado actual de los componentes del sistema. De igual forma, éste diagnóstico se extiende a los aspectos correspondientes con la operación de la planta y la infraestructura de la misma.

2.1. ASPECTOS RELEVANTES

El diagnóstico de la planta de tratamiento se basó principalmente en los aspectos relacionados con los factores que generan inconformismo en los usuarios; tales aspectos fueron identificados al realizar una encuesta a las empresas del parque industrial y establecer las siguientes situaciones:

- Dentro de los finalidades dadas al agua, el 11.0% de dicho consumo es destinado como materia prima, el 37.8% a funciones de aseo, el 13.3% a consumo humano y el 37.9% restante corresponde a labores varias tales como riego, servicios generales, etc. Estos resultados establecen que el 75.7% de las finalidades del recurso no requiere condiciones de potabilidad para cumplir con su finalidad.
- El 77.8% de las empresas no realizan saneamientos de la red de distribución interna. Asimismo, solo el 38.7% desarrollan labores de lavado y saneamiento de los tanques que disponen para almacenamiento del recurso, teniendo en

cuenta que únicamente el 50% de las plantas poseen éste servicio. Según, lo expuesto, no se puede garantizar que en cualquier punto de la planta, las condiciones del agua suministrada sean optimas; por lo tanto, AGUAS DEL PARAISO S.A responde únicamente por la calidad del agua a la entrada de las empresas.

- El concepto que las empresas emiten ante la calidad del agua suministrada tiene un valor equivalente al 44.4% para las opciones de Buena y Regular. Lo anterior se relaciona con el hecho de que el destino del agua con fines de consumo humano sean bajos y por lo tanto, se requiera generar estrategias que permitan proporcionar agua según las necesidades del consumidor.

Finalmente, se determina la importancia de garantizar el servicio continuo de agua dadas las deficiencias de almacenamiento que presentan las empresas. Adicionalmente, si se proporciona agua en condiciones de potabilidad, se destinaría un mayor porcentaje al fin de consumo humano, ya que para suplir esta necesidad se recurre a la compra de botellones de agua potable. De acuerdo a lo anterior, se incrementaría el consumo, que finalmente conllevaría a un aumento en la facturación.

2.2. PROCESO DE TRATAMIENTO

2.2.1. Demanda y Calidad del agua tratada

Dada la gran demanda de agua tratada por parte de las empresas ubicadas en el Parque industrial El Paraíso, la planta de tratamiento de agua de AGUAS DEL PARAISO S.A ESP, para satisfacer dicha necesidad, no garantiza el tiempo de residencia que requiere la etapa de clarificación y por lo tanto sacrifica la calidad del agua tratada por cumplir con el requerimiento de un suministro continuo. Lo

anterior conlleva al abastecimiento de agua en condiciones de color, turbidez, hierro, cloro y sólidos suspendidos con valores superiores a los establecidos en el Decreto 475 de 1998 para Agua potable. Asimismo, las precipitaciones en los tanques de almacenamiento de los consumidores y sus respectivas redes de distribución son evidentes.

Lo anterior se explica al encontrar que el tiempo de llenado del tanque de sedimentación sumado al tiempo de residencia requerido en la etapa de clarificación, supera las 5 horas para volúmenes de agua cruda a tratar por encima de los 276.02 m³, si se tiene en cuenta que la capacidad máxima del tanque de sedimentación es de 394.32 m³. Por lo tanto en tiempos de gran demanda, la capacidad de almacenamiento de agua tratada que posee la planta, no permite abastecer al Parque Industrial por un tiempo superior al mencionado y por tal motivo es necesario suspender el servicio de agua si se quiere garantizar el suministro en condiciones óptimas. Adicionalmente, en la planta no se tienen establecidos rangos de volumen del tanque de sedimentación que satisfagan condiciones óptimas de clarificación y suministro continuo de acuerdo al diseño de la planta.

Por otra parte, el número de clarificaciones que habitualmente se realizan al día en temporada de bajo y alto consumo son dos y tres, respectivamente, siguiendo los horarios que fueron establecidos al tener en cuenta la franja baja de costo de energía. Se observa, que al llegar a la hora fijada para dar inicio a una nueva etapa de clarificación, no se logra la total evacuación del agua que fue tratada en el batch anterior y que aún está contenida en el tanque de sedimentación. Lo anterior ocasiona, que al inicio del proceso de tratamiento no se cuente con la capacidad máxima de agua que puede ser reservada en los tanques de almacenamiento y que permite abastecer de agua tratada al parque industrial durante el tiempo que tardarían las etapas de abastecimiento de agua cruda y clarificación para ser desarrolladas en su totalidad. Por lo tanto, se incide en

realizar el proceso de tratamiento para mezclas de agua cruda y agua tratada que generan problemas de abastecimiento por escasez de reservas en los tanques de almacenamiento y que de igual forma ocasionan; costos de operación innecesarios.

2.2.2. Volumen de agua a tratar

Las soluciones de productos químicos de clarificación se tienen establecidas solo para dos volúmenes de agua, uno correspondiente al nivel medio del tanque de sedimentación y otro en el nivel equivalente a $\frac{3}{4}$ de la capacidad total del mismo. Sin embargo, éste tanque tiene como indicador de nivel un sistema que no registra el volumen real de agua almacenada y por lo tanto no se tiene certeza de la cantidad de agua que va a ser clarificada durante el proceso de tratamiento.

Para dar claridad a la situación presentada, se menciona como es dicho sistema: Contrapeso sujeto de una guaya de recubrimiento sintético de 8.5 metros de longitud que se moviliza en la parte exterior del tanque de acuerdo al nivel que reporta la altura de un flotador acondicionado en el lado opuesto de la guaya. No hay escala indicadora en el tanque de sedimentación y se realizan observaciones aproximadas de los dos niveles establecidos para los volúmenes de llenado. Adicionalmente, la longitud de la guaya no es equivalente a la altura del tanque (11.06 m) y por lo tanto se incide en lecturas erróneas que no representan las condiciones reales de volumen.

Es importante tener en cuenta, que la bomba de descarga del tanque de sedimentación succiona desde una altura de 1.50 m registrados desde la base del mismo y por lo tanto, el volumen mínimo contenido dentro del tanque será de 59.15 m³ de agua. Si el proceso de clarificación se diseñara para tratar únicamente agua cruda, se está hablando de un volumen de 59.15 m³ que sería necesario descargar a través de la válvula de drenado. El tiempo de descarga es de aproximadamente 30 minutos y las condiciones de operación no permiten dar

este tiempo sin que se vea afectado el proceso de clarificación, motivo por el cual, debe ser considerado éste volumen al realizar los ajustes en la etapa de clarificación.

2.2.3. Dosificación de productos químicos de clarificación

El proceso de llenado del tanque de sedimentación durante el proceso de clarificación del agua, se llevaba a cabo de la siguiente manera:

En los casos en que no se coincide con las alturas estandarizadas al llegar la hora programada, se realizan cálculos aproximados de la dosificación de soluciones de productos químicos a aplicar. Los cálculos efectuados no son confiables y se adicionan dichos productos en exceso o por el contrario en deficiencia. Esta situación se ve reflejada posteriormente en la calidad del agua tratada que es suministrada a cada una de las empresas, y cuya problemática afecta directamente a aquellas fábricas que al manejar productos líquidos, evidencias precipitaciones después de un determinado tiempo.

La situación anterior adicionalmente responde al hecho de que la dosificación de químicos implementada en el proceso de clarificación, no ha sido modificada de acuerdo a pruebas de jarras desde hace 2 años aproximadamente. Por lo tanto, la planta se ve en la necesidad de realizar estas pruebas y establecer la dosificación óptima que garantice condiciones de agua tratada que sea de satisfacción para el cliente.

2.2.4. Mezcla de los productos químicos de clarificación

La agitación promovida por la turbulencia del agua cruda dentro de la tubería de conducción, no proporciona la incorporación completa de los productos químicos de clarificación durante la etapa de dosificación, ya que éste trayecto no es lo suficientemente largo como para garantizar éste propósito.

De igual forma, la caída de agua dentro del tanque de sedimentación, no genera un movimiento considerable de la masa de agua contenida que propicie el aumento de tamaño del floc y posteriormente la rápida sedimentación del mismo. Lo anterior, responde al hecho de que la velocidad del agua se reduce considerablemente al chocar contra la placa cónica a la entrada del tanque y por lo tanto, el movimiento que ésta pueda impartirle a la masa de agua almacenada es mínima.

Para comprobar lo expuesto, se toma en un vaso de precipitados de 1 litro muestras de agua al final de la tubería de conducción de agua cruda y se simulan las condiciones dentro del tanque de sedimentación. Se observa que pasados 30 minutos de reposo, aún no hay formación de floc; a partir de éste tiempo, se agita la muestra durante un tiempo de 12 minutos a 20 rpm haciendo uso de un equipo de jarras y la aparición de diminutas partículas en el seno de la muestra se hacen evidentes; sin embargo, el floc formado no tiene el peso suficiente para garantizar una velocidad de sedimentación apreciable y por lo tanto, permanece aparentemente en suspensión durante las 6 horas posteriores a la agitación de la muestra. 24 horas después de realizar el análisis, se observa en el fondo del vaso de precipitados una ligera capa de sedimento de color amarillo-marrón de consistencia poco compacta.

El procedimiento anteriormente mencionado, se realiza simultáneamente con una muestra de agua tomada dentro del tanque de sedimentación. La muestra obtenida presenta una coloración amarilla, ya que en el momento en que inicia el llenado del tanque de sedimentación, se promueve la mezcla del agua que ingresa al tanque con los lodos que no fueron totalmente evacuados en etapas de clarificación anteriores. Después de 30 minutos de reposo, no se aprecia una velocidad de sedimentación significativa. Se genera la leve agitación con el equipo de jarras en las mismas condiciones que el análisis anterior, apreciándose el

aumento en el tamaño del floc y cuatro horas después se completa la sedimentación de la muestra.

Como primera instancia es necesario realizar pruebas de jarras en las cuales se determinen productos de clarificación óptimos que teniendo en cuenta las condiciones en las cuales fue diseñada la planta de tratamiento se logre la reducción de los tiempos de residencia y mejoramiento de las propiedades fisicoquímicas del agua tratada.

2.3. ETAPA DE POSTCLORACION

2.3.1. Dosificación

La solución de hipoclorito de calcio empleada en la etapa de postcloración que garantiza un residual de cloro adecuado en los tanques de almacenamiento, no ha sido modificada desde que se implementó esta etapa en el proceso. Soluciones concentradas o por el contrario muy diluidas, son causantes de inestabilidades en los residuales de cloro en el agua contenida en los tanques de almacenamiento que no pueden ser corregidos por accionamiento de la bomba dosificadora.

2.3.2. Operación de la bomba de Postcloración

El aumento o reducción del dial de la bomba de postcloración, de acuerdo a un criterio intuitivo por parte de los operarios, también propicia inestabilidades en la concentración de cloro dentro de los tanques de almacenamiento y evidentemente a la salida de la planta. Se desconoce que una modificación del dial de la bomba no se refleja inmediatamente en la concentración de cloro, por consiguiente, se realiza una inadecuada operación de este equipo.

Según observaciones, el hecho de trabajar con Hipoclorito de Calcio granulado, genera taponamientos continuos en la bomba dosificadora, por causa del material inerte que se deposita en el fondo de la solución cuando cesa la agitación en la preparación de la solución. En consecuencia, la dosificación del producto no se realiza de manera que garantice la adición del mismo durante toda la etapa y constantemente los operarios deben desajustar las juntas de la bomba para eliminar los residuos adheridos que generan los taponamientos. Esta situación de igual manera se presenta, con la bomba dosificadora empleada en la etapa de clarificación.

2.4. PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS

2.4.1. Determinación

AGUAS DEL PARAISO S.A ESP, no cuenta con un laboratorio en el cual se realicen los análisis necesarios para llevar un seguimiento periódico de las condiciones fisicoquímicas y organolépticas del agua clarificada en cada cochada, en puntos de control estratégicos dentro del proceso de tratamiento y mucho menos del agua que finalmente es suministrada al Parque Industrial.

Los análisis efectuados en la planta corresponden únicamente a la determinación de Cloro libre y pH por medio de un Kit basado en un método colorimétrico y eventualmente se realiza el análisis de Hierro total que basa sus resultados en la misma técnica.

Los pocos registros que sustentan la operación, son respaldados por el análisis mensual de un laboratorio experto que reporta la caracterización fisicoquímica completa del agua destinada para abastecer a las empresas.

2.4.2. Concentración de Hierro

Según el análisis de las muestras de agua tratada tomadas los días 1 de marzo, 16 de mayo y 16 de junio de 2006, la concentración de Hierro supera el valor máximo dado por decreto oscilando entre 0.4 y 3.1; las causas posiblemente se deben al grado de corrosión que presentan los filtros de arena/carbón y el tanque de sedimentación. De igual forma, la dosificación inadecuada de productos químicos en la etapa de clarificación, refleja la deficiencia en el tratamiento del agua cruda.

2.5. ETAPA DE FILTRACION

2.5.1. Frecuencias de retrolavado de filtros y drenado de tanques

Los procedimientos de retrolavado de filtros no se tienen estandarizados con lo cual no se puede establecer la frecuencia en la cual se llevarán a cabo dichas labores teniendo en cuenta factores como la turbidez del agua o la coloración que presente la misma. Asimismo, la inadecuada forma de llevar a cabo los retrolavados están generando el deterioro de las flautas que posee cada uno de los filtros a nivel interno.

2.5.2. Disposición de aguas de retrolavado de filtros, drenado de tanques y purga de hidrantes

El agua proveniente de retrolavados de filtros, drenados de tanques y purgas de hidrantes, sumado a la inmensa proporción de agua que se emplea con fines de saneamiento y limpieza dentro de la planta de tratamiento y la red de distribución, constituye sin duda alguna un valor elevado de pérdidas económicas.

Mensualmente, es necesario llevar a cabo el procedimiento de remoción de lodos del tanque de sedimentación y tanques de almacenamiento, limpieza de los filtros de arena y arena/carbón y sanitización de la red de distribución. El agua que se emplea en éstas labores, no puede ser recuperada debido a la inexistencia de un sistema de conducción que permita encausarlas hacia un sitio común, por lo tanto, ésta es desalojada directamente al sistema de alcantarillado sin previo tratamiento que permita mitigar el impacto ambiental por causa de los reactivos empleados en los procedimientos descritos.

2.6. OPERACIÓN DE LA PLANTA

2.6.1. Personal operativo

La operación de la planta de tratamiento se realiza de acuerdo a la experiencia que los operarios han adquirido en el tiempo que llevan laborando en ésta planta. Se reciben orientaciones por parte del personal técnico de la empresa proveedora de insumos químicos esporádicamente. No hay personal experto en el manejo de la planta, ni se programan capacitaciones que permitan que el personal adquiera conocimientos en cuanto al proceso de clarificación, preparación de las soluciones respectivas, análisis pertinentes, operación adecuada de la planta, entre otros temas.

2.6.2. Documentación y registros

No se tienen registros que sustenten la operación de la planta, tales como inventarios de productos de clarificación y análisis, volúmenes de agua a tratar con sus respectivas dosificaciones, análisis del agua en diferentes puntos de control, parámetros fisicoquímicos del agua tratada en cada cochada, etc. Las tablas que actualmente se manejan no son coherentes con la realidad y hay repetición de datos en muchas de ellas. La planta no cuenta con un lugar apropiado para

guardar la información generada, por lo tanto los registros que se tienen son desechados después de un determinado periodo de tiempo.

La forma en que opera la planta solo es de conocimiento de los operarios que laboran en la misma desde que inició operaciones AGUAS DEL PARAISO S.A ESP. No hay un documento en el cual se contemplen los procedimientos efectuados en la operación y por lo tanto, éstos son modificados de acuerdo a las necesidades que se presenten en el transcurso de la misma. En caso de emergencia este personal se hace indispensable para dar solución a cualquier tipo de percance.

2.6.3. Recepción de productos químicos

No se tiene en los archivos de la planta las fichas técnicas y de seguridad con las cuales se pueda verificar las condiciones de recepción de los productos químicos de clarificación y de análisis. Se carece de registros en las cuales se reporte condiciones de color, olor, densidad, concentración o cantidad de productos recibidos.

2.6.4. Mantenimiento de los equipo de la planta

Los equipos no se someten a mantenimientos preventivos y por lo tanto no se tiene un cronograma de actividades de mantenimiento. Asimismo, no hay registros que permitan llevar un seguimiento de labores de mantenimientos efectuadas, tales como, cambio de material filtrante, lavado y desinfección de tanques, mantenimiento de bombas, restauración o cambio de tuberías por desgaste o agrietamientos, etc.

2.6.5. Seguridad y protección de operarios

Según la Ley 09 de 1979, todos los empleadores están obligados a proporcionar a cada trabajador, sin costo para éste, elementos de protección personal en

cantidad y calidad acordes con los riesgos reales o potenciales existentes en los lugares de trabajo. Teniendo en cuenta el enunciado anterior, se observa que los operarios de la planta no cuentan con la indumentaria de protección y seguridad necesaria para llevar a cabo las diversas labores de la planta. Uno de los casos que generan mas riesgo, corresponde a la Preparación de soluciones de productos químicos para la etapa de clarificación, ya que al no contar con equipos de seguridad como gafas, tapabocas o guantes se propicia que haya contacto directo con los reactivos y se presenten irritaciones en tejidos blandos, inhalación de polvos y desecamiento de la piel.

Como segundo caso, no se cuenta con cinturones de seguridad o arneses, con sus correspondientes cuerdas o cables de suspensión para ascender o descender del tanque de sedimentación o tanques de almacenamiento.

Los operarios no cuentan con capas impermeables que los protejan de la lluvia en el caso en que requieran movilizarse dentro de la planta por cuestiones de operación. Cuando escampan lo hacen en el cuarto de bombeo, sometándose a niveles de ruido bastante intensos sin la debida protección auditiva.

2.7. INFRAESTRUCTURA

2.7.1. Oficina

AGUAS DEL PARAÍSO S.A no dispone de instalaciones en las cual se pueda desarrollar la labor intelectual dentro de la misma planta, es decir, no cuenta con una infraestructura que pueda adaptarse como oficina y en ella contar con un procesador de datos.

2.7.2. Laboratorio

La inexistencia de un área destinada para la realización de los pocos análisis que se efectúan durante la operación es evidente y por ésta causa no es posible llevarlos a cabo siguiendo un protocolo. De igual forma, la planta debe satisfacer un espacio en el cual puedan instalarse equipos mas sofisticados para la realización de los análisis pertinentes y así poder preservar la vida útil del equipo.

2.7.3. Zona de dosificación de productos químicos de clarificación

En la zona de dosificación de productos químicos de clarificación, no se cuenta con recipientes sellados para almacenamiento de soluciones, soportes de bombas dosificadoras, sistema eléctrico aislado, sistema de encendido de bombas automático y cubierta adecuada contra lluvia o sol.

2.7.4. Zona de llenado de carro tanques

El área destinada para el llenado de carro tanques y los senderos dispuestos para él transito del personal de la planta, se encuentran sin un recubrimiento que evite la formación de barroales en épocas de lluvia, o en caso opuesto, el levantamiento de polvos en épocas de verano.

2.7.5. Zona de almacenamiento de productos químicos

Las materias primas e insumos destinados para la etapa de clarificación, deben ser almacenados en sitios adecuados que eviten su contaminación y alteración. Esta recomendación no se tiene en cuenta, y en la planta no se dispone de un sitio de almacenamiento de productos químicos de clarificación que evite las situaciones mencionadas anteriormente.

Asimismo, no se cuenta con un lugar adecuado para el almacenamiento de reactivos de análisis.

3. RESULTADOS

El desarrollo de la etapa de análisis y diagnóstico, así como la identificación del nivel de eficiencia del proceso de tratamiento y la operación de la planta, determinan las acciones a tomar frente a los aspectos en evaluación.

Se procede inicialmente a realizar las adecuaciones con respecto al sistema de almacenamiento de agua tratada, con el fin de proporcionar mayor tiempo de residencia en la etapa de clarificación y amortiguar las irregularidades presentadas en el suministro al Parque Industrial.

Posteriormente, se llevan a cabo pruebas de jarras que permiten establecer la dosis óptima de productos químicos, cuyos resultados en la caracterización de agua tratada, cumple con los requerimientos establecidos por los clientes para sus procesos industriales.

Se ejecutan las adecuaciones relacionadas con el sistema de bombeo, sistemas de control de nivel, zona de dosificación de productos químicos de clarificación, zona de almacenamiento de productos químicos, zona de llenado de carro tanques, caminos de acceso y principalmente la construcción de la oficina y el laboratorio. Adicionalmente, se implementan los procedimientos de operación de la planta que en conjunto con las mejoras efectuadas, de cumplimiento con el objetivo establecido de suministro continuo y calidad de agua, una vez se logra la implementación de los nuevos productos de clarificación.

3.1. PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUA

3.1.1. Puntos de dosificación

Teniendo en cuenta, el mecanismo de agitación de las soluciones de productos químicos y la proximidad de los puntos de dosificación con respecto a la descarga al tanque de sedimentación, se ubica el punto de dosificación de coagulante a 17.9 metros del punto de aplicación de la solución de hipoclorito de sodio. Al incrementar la distancia de aplicación de éste producto con respecto a los productos restantes, se proporciona un mayor tiempo de mezcla que garantiza una mejor homogenización en el agua cruda. Ver anexo B. *Esquemas de diseño de planta AGUAS DEL PARAISO S.A.* De igual forma, se instala una hélice dentro de la tubería de entrada al tanque de sedimentación a 2.60 m de la descarga intensificando el propósito mencionado.

3.1.2. Dosificación de productos químicos de clarificación

Se implementa la *Tabla de dosificación de químicos de clarificación*, que relaciona el volumen de agua a tratar en cada batch, la dosis óptima encontrada por prueba de jarras y el aforo de cada una de las bombas dosificadoras de las soluciones de cloro, coagulante y floculante. Dicha tabla permite establecer las cantidades necesarias de producto y agua requeridos en la preparación de las soluciones, de igual forma, se garantiza la dosificación permanente de las mismas durante el tiempo que tome el llenado del tanque de sedimentación.

Se elabora el procedimiento de Preparación y dosificación de productos químicos para la etapa de clarificación, en el cual se registran los cálculos necesarios para generar la tabla mencionada, teniendo en cuenta las variables especificadas, de igual forma se genera el procedimiento de *Llenado y descarga del tanque de sedimentación*, en el que se establece la metodología en que ésta debe ser leída

para preparar correctamente las soluciones de productos químicos. El anexo D.3. numeral 6, presenta la Tabla de dosificación de químicos de clarificación.

En vista, de que es necesario tener certeza del volumen de agua a clarificar, se reajusta el sistema de nivel dispuesto en el tanque de sedimentación de manera que el contrapeso represente el volumen real contenido. Se capacita de tal forma que se realice una adecuada interpretación del nivel leído en la escala dispuesta en el tanque y su equivalencia en volumen de agua.

3.1.3. Dosis óptima

Según los resultados obtenidos por pruebas de jarras, se implementa el uso de dos nuevos productos químicos para clarificación: un coagulante inorgánico (OSCHEM 4C), compuesto de sales polinucleares de aluminio de alta carga catiónica, que permite reducir considerablemente la turbiedad, el color y los sólidos sedimentables provenientes del agua cruda. Asimismo, se emplea un floculante (OSCHEM 2004) de carga aniónica de poliacrilamida seca de alto peso molecular, en estado granular, cuya preparación se realiza de acuerdo al procedimiento de Preparación y dosificación de químicos para la etapa de clarificación creado para dicho fin. Se emplean bajas dosis de este último producto, manteniéndose dentro del rango de 0.01 a 0.5 ppm, lo anterior, de acuerdo a las variaciones del agua cruda. Los productos implementados, no alteran la dureza ni la alcalinidad presente en el agua cruda.

Durante la etapa de precloración, se emplea hipoclorito de sodio al 17% en estado líquido. Con éste producto, se obtiene un residual de cloro en el tanque de sedimentación de 0.5 ppm en promedio y remociones de hierro de hasta el 97% con respecto a la concentración inicial del agua cruda. Teniendo en cuenta, que el tiempo máximo empleado en la etapa de precloración es de 3 horas, no se generan inestabilidades en la concentración de la solución de Hipoclorito de sodio, siempre y cuando el recipiente que contiene la solución se encuentre tapado.

AGUAS DEL PARAISO S.A. ESP. adquiere un equipo de jarras en el cual se llevan a cabo las pruebas cada vez que al determinar los parámetros fisicoquímicos del agua cruda, se presentan variaciones considerables en la misma. Por lo anterior, se modificará la *Tabla de dosificación de productos químicos para la etapa de clarificación*, cada vez que se establezcan las nuevas dosis óptimas.

Se logra con la aplicación de estos nuevos productos, altas remociones de hierro, manganeso, turbiedad y color, aumento de la velocidad de sedimentación y por lo tanto, la clarificación del volumen de agua equivalente a la máxima capacidad permitida por el tanque de sedimentación. Tomando como base de respaldo las muestras representativas de cada una de las cochadas realizadas, se observa que en un tiempo de dos meses no hay precipitaciones ni cambios en las propiedades organolépticas de la misma. La muestra de respaldo es tomada en el punto de muestreo No. 5 ubicado a la salida de la planta. Como consecuencia de la disminución del tiempo de residencia y el incremento del volumen de agua clarificada, se logra disminuir el número de llenados por día y con esto, disminución en los costos de operación, principalmente el ocasionado por el consumo de energía por parte de la bomba del pozo.

Finalmente, se alcanzan condiciones de potabilidad en el agua tratada, excepto en el parámetro de alcalinidad, sin ocasionar problemas en el suministro de agua al parque durante este proceso.

3.1.4. Etapa de Postcloración

Con respecto a la inestabilidad de la solución de cloro en la etapa de postcloración, se establece la preparación de dicha solución en una concentración de 4859.5 ppm, es decir 300 g de hipoclorito de calcio al 65% en un volumen de agua de 40 litros. Según las observaciones realizadas, la solución de hipoclorito de calcio estandarizada permite garantizar en dicha etapa, concentraciones

estables hasta un tiempo promedio de 1 día y así evitar el constante ajuste del dial de la bomba dosificadora.

No se presentan taponamientos de la bomba dosificadora, siempre y cuando se de cumplimiento con el procedimiento establecido de Preparación de solución de cloro y operación de la bomba para la etapa de postcloración, el cual establece la manera en que la bomba de postcloración debe ser accionada y el mantenimiento que hay que efectuarle a la misma. Los operarios reconocen la forma adecuada de incrementar o reducirle al dial de la bomba, con el fin de establecer el residual de cloro libre en los tanques de almacenamiento según el rango fijado.

Se programa el mantenimiento diario de la bomba de postcloración, con el fin de remover partículas sólidas que se han adherido en la válvula de cheque y la válvula de pie, principalmente.

3.1.5. Determinación de parámetros fisicoquímicos

AGUAS DEL PARAISO S.A ESP adquiere un Colorímetro Marca HACH, que permite determinar hasta 150 parámetros fisicoquímicos en el agua. Se establece el procedimiento de Análisis de agua tratada para que el analista químico de la planta sea el responsable de su adecuada ejecución. Dicho procedimiento, se extiende a condiciones de agua en proceso de tratamiento. Los análisis estandarizados actualmente en planta, corresponden al de Hierro total, pH, color, turbidez y sólidos suspendidos. Asimismo, se adquiere un Kit para medición de Alcalinidad y Dureza total, y se normaliza el procedimiento de medición de Cloro residual y pH en campo.

Para la caracterización completa del agua tratada, se envía mensualmente una muestra a un laboratorio externo que esté certificado para que efectúe dichos análisis como se venía efectuando.

Los datos de las mediciones realizadas se reportan en el registro de Análisis de parámetros fisicoquímicos diarios implementado.

3.1.6. Frecuencias de retrolavado de filtros y purga de Hidrantes

Las frecuencias en retrolavados y purga de hidrantes, tuvo un gran impacto económico, ya que las pérdidas de agua se incrementaron alarmantemente debido a la necesidad de realizar éstas labores cada 8 horas y así disminuir la carga en lodos de los filtros y la red de distribución. Lo anterior, se modificó con la implementación de los nuevos productos de clarificación y la optimización de la operación, ya que al propiciarse una mejor sedimentación, se observaron tiempos mas largos de operación de los filtros y la obtención de agua cristalina segundos después de abrir la válvula del hidrante en la respectiva purga. A partir de estos resultados, se establece un cronograma de Purga de hidrantes, Retrolavados de filtros, y drenado de tanques con el fin de reducir las pérdidas de agua al disminuir las frecuencias de realización de dichas labores.

3.1.7. Disposición de aguas de retrolavado de filtros y drenado de tanques

Se construye un tanque denominado Tanque recuperador, con el fin de almacenar las aguas provenientes de retrolavados de filtros y drenados del tanque de sedimentación y tanques de almacenamiento N° 1, 2 y 3. El objetivo de este tanque, es disminuir la carga de lodos que contienen ésta agua a través de fenómenos de sedimentación espontánea y posterior aprovechamiento de la misma como fuente de abastecimiento en un nuevo proceso de clarificación. Otra finalidad del agua recuperada, corresponde al abastecimiento de empresas que no pertenecen al Parque Industrial y que no requieren condiciones de agua potable ya que su destino es el sector de la construcción o reservas contra incendios. Se dispone de los sistemas de carga y descarga de éste tanque, para cada una de las finalidades descritas. Asimismo, se establece el procedimiento de evacuación de lodos del tanque Recuperador. Las características del tanque recuperador se especifican en el documento Generalidades del proceso de tratamiento de agua y descripción de equipos.

3.1.8. Disposición aguas producto de purga de hidrantes

El agua que es desalojada en la purga de los siete hidrantes localizados en la red de distribución del Parque Industrial no ha sido recuperada debido a la dificultad en generar una canalización de esta agua directamente al tanque recuperador. De igual forma, no se ha acondicionado la tubería para recuperar las aguas de drenado de los tanques de almacenamiento N° 4 y 5.

3.2. DOCUMENTACION

3.2.1. Libro General

Se elabora un documento, el cual contiene la información relacionada con las zonas de distribución de la planta, generalidades del proceso de clarificación, descripción de los equipos, puntos de muestreo y cada uno de los procedimientos de operación de la planta, de tal forma que éste sea empleado como material de consulta y soporte por parte de los funcionarios de AGUAS DEL PARAISO SA. ESP.

3.2.2. Registros, cronogramas e inventarios

Se implementan los registros de Protocolo de llenado del tanque de sedimentación, Control de labores realizadas, Inventarios de productos químicos de clarificación, Inventarios de productos químicos de análisis, Lectura del contador ubicado en el pozo y a la salida de la planta, Control del agua despachada en carro tanques, Análisis del agua tratada en diferentes puntos de control y Control de funciones de mantenimiento. Ver anexo E. *Formatos de tablas y registros*. Se proporciona la orientación necesaria para que los registros sean llenados adecuadamente y se supervisa la manera en que el operario diligencia estos formatos. Se crea conciencia de la importancia de reportar datos verídicos y de realizar los análisis de acuerdo a las frecuencias establecidas.

Los registros de control de funciones de mantenimiento, será diligenciado por el operario de turno en la planta e ira respaldado por la firma del funcionario encargado de la función de mantenimiento. Se especificará los trabajos realizados y las observaciones pertinentes.

Se establecen cronogramas para la operación de las bombas de filtración con el fin de que su periodo de trabajo no exceda las 24 horas. De igual forma, se implementa el cronograma de Retrolavados de filtros y purga de hidrantes. Se publica los turnos de operarios y de vigilancia.

En vista de que no hay control sobre las jornadas de saneamiento efectuadas, ni las labores de mantenimiento programadas, se implementan los Registros de Control de jornadas de saneamiento y control de labores de mantenimiento. Estos registros serán diligenciados por el encargado de realizar las labores.

Se establece el cronograma de Reuniones y Capacitaciones en las cuales se evalúan las metas establecidas, los adelantos logrados, las estrategias a implementar y por otra parte temáticas de salud ocupacional y seguridad industrial.

Con el fin de organizar la información hasta el momento recopilada, se establecen los listados maestros de carpetas, registros, documentos y procedimientos. Con estos listados, se puede tener acceso a cada uno de los archivos almacenados en el computador por medio del hipervínculo respectivo o ubicar el documento en la carpeta destinada del archivador.

3.2.3. Diseño de la planta

AGUAS DEL PARAISO S.A ESP cuenta con un modelo básico del diseño de la planta, por lo tanto se elabora un diseño detallado de la planta, en donde se especifican dimensiones de los equipos, diámetros de tuberías, puntos de dosificación, desagües, ubicación de válvulas, bombas, etc. Se realizan 5

esquemas, catalogados de la siguiente forma: Diseño general, Dimensiones, Numeración de Válvulas, Esquema general, Zonas de la planta y Ubicación de puntos de muestreo.

3.2.4. Seguridad Industrial

Se proporciona a cada uno de los operarios la dotación de seguridad necesaria (Gafas, guantes, tapabocas, tapa oídos, capas impermeables, botas plásticas, botas de material). Se asigna una nueva dotación a cada uno de los operarios de la planta.

3.3. INFRAESTRUCTURA

3.3.1. Oficina y laboratorio

Los adelantos alcanzados a nivel estructural lo constituye en primera instancia la obra civil destinada a la oficina y la zona de laboratorio. En dicha construcción, se instalan los procesadores de datos en los cuales será almacenada la información relacionada con Registros, tablas, sistema de facturación, Procedimientos de manejo de la planta, entre otros documentos. De igual forma, en la oficina se almacenará la información de tipo legal, administrativo y financiero, y éste será el lugar en donde se atenderán quejas, sugerencias y reclamos por parte de los consumidores.

Se adecua la zona de laboratorio constituida por un mesón y sus respectivas repisas y gabinetes. Se logra dotar con el instrumental de laboratorio de vidrio y material metálico necesario para la realización de las pruebas de jarras y análisis de determinación de parámetros fisicoquímicos. Se destina un lugar para el Equipo de jarras y el Colorímetro HACH, así como una zona de almacenamiento de reactivos.

3.3.2. Zona de almacenamiento de productos químicos de clarificación

Se adecua una zona en la cual se almacenan los productos químicos de clarificación, de tal forma que éstos no estén expuestos permanentemente a la radiación solar, ni sea de fácil acceso a personal ajeno de la planta.

3.3.3. Zona de Bombeo

Se realiza el montaje de una nueva bomba que permita la descarga del tanque de sedimentación. Se establecen turnos de trabajo y se instala el tablero de control con el cual se centraliza la operación de las bombas de filtración y la bomba de postcloración.

3.3.4. Zona de dosificación de productos de clarificación

Dentro de las labores de adecuación de la zona de dosificación de químicos se realiza la instalación de los soportes de las bombas dosificadoras, el diseño del sistema eléctrico, la construcción del techo de ésta área y el recubrimiento con pintura resistente a la corrosión de la base en donde se ubican los recipientes de las soluciones de químicos.

3.3.5. Tanques de almacenamiento

Teniendo en cuenta que la capacidad de agua almacenada en temporada alta, no permite otorgar el tiempo de residencia que requiere el agua cruda para ser clarificada, fue necesario que la planta se aprovisionara de otro tanque de almacenamiento, por lo anterior, se realizar el diseño y construcción de un tanque de almacenamiento de 40.03 m³ y su respectivo sistema de carga y descarga acoplado al montaje de bombas de distribución con el cual cuenta la planta.

3.3.6. Zona de Carga

Se denomina la zona de carga, el área destinada para el llenado de carro tanques, la cual fue pavimentada para facilitar la movilización de los vehículos pesados en el momento de proceder a hacerse el llenado.

3.3.7. Zonas Verdes

Las zonas verdes con que cuenta la planta han sido reforestadas y adecuadas de tal manera que no sean un obstáculo dentro de la misma. Se programan actividades de mantenimiento para éstas áreas.

CONCLUSIONES

Las variaciones de los parámetros de agua cruda, no son considerables durante la época de invierno o de verano. Sin embargo, la necesidad de realizar con frecuencia análisis fisicoquímicos de la misma y posterior a esto, la ejecución de pruebas de jarras, garantiza las dosis adecuadas durante el proceso de clarificación y por consiguiente resultados satisfactorios en el tratamiento.

Las modificaciones realizadas en cuanto al proceso de tratamiento y la operación en planta, permiten establecer los parámetros de Hierro total, turbidez, sólidos disueltos y color dentro de los rangos reglamentarios. Se observa que no hay alteración en las concentraciones de alcalinidad y dureza al implementar los productos de clarificación y los valores en el agua tratada corresponden a los reportados en el agua cruda. De acuerdo a lo anterior, AGUAS DEL PARAISO S.A ESP, suministra agua tratada mas no potable, ya que el parámetro de alcalinidad se encuentran en un valor superior al establecido en el decreto 475 de 1998.

El suministro de agua al Parque Industrial El Paraíso, se realiza de manera continua. Solo se generarán cortes del servicio durante las jornada de limpieza y saneamiento de la planta y la red de distribución, previa emisión de una circular informativa.

Aquellas empresas del sector alimenticio que poseen un porcentaje de participación alto en el mercado nacional, manejan sistemas de tratamiento a nivel interno para la adecuación del agua según las necesidades del proceso. Por lo tanto, sus procesos han sido modificados de acuerdo a las condiciones de agua

actual y se manifiesta el conformismo con respecto a los parámetros fisicoquímicos y el abastecimiento ofrecido por aguas del paraíso.

Si bien se redujeron los tiempos de residencia en la etapa de sedimentación al implementar los nuevos productos de clarificación, el mecanismo de agitación en el tanque de sedimentación aún es deficiente. Para alcanzar una velocidad de sedimentación alta se requiere del montaje de un sistema de agitación dentro del tanque.

RECOMENDACIONES

En las jornadas de saneamiento de la red de distribución que se tienen programadas, no se llevan a cabo labores de desincrustación de la tubería, motivo por el cual en el tramo denominado zona baja del Parque Industrial, se promueve el arrastre de los lodos que han sido allí depositados durante los últimos tres años de operación de la planta de tratamiento a causa de las deficiencias del proceso de clarificación. Por lo anterior, es importante programar una Jornada de Desincrustación de la Red de distribución anualmente, analizando aspectos tales como el estado actual de la tubería, el producto químico a emplear y su respectiva dosis, el impacto ambiental generado por la utilización de productos químicos altamente tóxicos y corrosivos, el tiempo que tarda el desarrollo de ésta jornada y el montaje requerido para hacer llegar la solución desincrustante a los tramos de tubería que presentan mayor grado de incrustación. El procedimiento de ésta labor, se especifica en el Libro General que se elaboró como herramienta de consulta para la adecuada operación de la planta de tratamiento.

Se plantea la posibilidad de emplear un producto a base de una mezcla de bisulfato de sodio y ácido clorhídrico con el cual se ajuste el parámetro de alcalinidad de acuerdo a lo reglamentado en el decreto 475/98. Sin embargo, es necesario evaluar de que forma se altera el pH al implementar dicho producto y que otro tipo de variaciones se vería reflejadas en la calidad de agua que actualmente se suministra.

Se recomienda diseñar un sistema de tratamiento del agua producto de la sanitización de tanques, filtros y red de distribución, con el fin de acondicionarla antes de ser vertida al alcantarillado de aguas residuales, y así mitigar el impacto ambiental generado por las descargas directas de agua con concentraciones

elevadas de hipoclorito de sodio.

El deterioro del tanque de sedimentación a causa de la corrosión generada por el uso del hipoclorito de sodio se evidencia a simple vista, por lo tanto, como medida primaria, se requiere realizar una inspección detallada a nivel interno, con el fin de establecer el grado de corrosión que este presenta y tomar las medidas que se consideren pertinentes.

La demanda de agua por parte del parque industrial El Paraíso, se ve incrementada por el crecimiento e incorporación de nuevas empresas en este sector, por lo tanto, se sugiere que AGUAS DE PARAISO S.A ESP implemente un sistema de abastecimiento y tratamiento continuo basado en la infraestructura actual, de tal forma que pueda satisfacer los requerimientos de agua tratada en un futuro.

BIBLIOGRAFIA

- [1] DECRETO 478/98, Normas técnicas de Calidad del Agua potable, Ministerio de Salud Pública. Colombia.
- [2] DECRETO 3075/97, Normas técnicas de Calidad del Agua potable, Ministerio de Salud Pública. Colombia.
- [3] REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO. RAS – 2000. Sección II, Título C, Sistemas de Potabilización.
- [4] REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO. RAS – 2000. Sección II, Título I, Componente ambiental para los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo.
- [5] ROMERO ROJAS, Jairo A. Acuípurificación. Universidad Nacional de Colombia. Escuela Colombiana de Ingeniería. Santafé de Bogotá, 1994.
- [6] RODRIGUEZ P, Carlos; Operación y mantenimiento de plantas de tratamiento de agua. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Santafé de Bogotá, 1995.

ANEXOS

ANEXO A. RESULTADOS FISICOQUIMICOS Y BACTERIOLÓGICOS

- A.1. Certificado de análisis. Fecha de Toma de muestra: Junio 16 de 2006
- A.2. Certificado de análisis. Fecha de Toma de muestra: Septiembre 29 de 2006
- A.3. Certificado de análisis. Fecha de Toma de muestra: Noviembre 23 de 2006

A.1 Certificado de análisis. Fecha de Toma de muestra: Junio 16 de 2006

DBO INGENIERÍA LTDA.

EMPRESA DE PROTECCION AMBIENTAL

CERTIFICADO DE ANALISIS

RESULTADOS FISICOQUIMICO Y BACTERIOLOGICO		O.S. No.041/2006 Versión No.01
FECHA DE TOMA DE MUESTRA:	Junio 16 de 2006	
FECHA DE INFORME:	Junio 29 de 2006	
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA:	PARQUE INDUSTRIAL EL PARAÍSO	
TIPO DE MUESTRA:	AGUA POTABLE	
SITIO TOMA DE MUESTRA:	PLANTA DE AGUA POTABLE	
DIRECCION/TELEFONO:	Zona Ind. Santander/ (2) 8295304	
ANÁLISIS SOLICITADO POR:	AGUAS DEL PARAÍSO S.A.-E.S.P. Dr. Néstor Sánchez – Gerente	
MUESTRA TOMADA POR:	DBO INGENIERIA LTDA.	

<i>Parámetros</i>	<i>Método y Referencia del Ensayo</i> (Standard Methods)
pH	Electrométrico 4500-H ⁺ B
Temperatura	Termómetro de Mercurio
Cloro Residual	Iodometrico 4500 Cl B
Alcalinidad Total	Titulación (H ₂ SO ₄) a p.H. 4.5 2320 B
Dureza Total, Cálcica, Magnésica	Titulación (EDTA) 2340 C
Hierro Total	Colorimétrico (Fenantrolina) 3500 Fe D
Turbiedad	Nefelometrico 2130 B
Color Verdadero	Colorimetrico 2120 B
Acidez Total	Titulación (NaOH) a p.H. 8.3 2320 B
Sulfatos	Turbidimetrico 4500-SO ₄ ²⁻ E
Cloruros	Argentométrico 4500-Cl B
Manganeso	Persulfato 3500 D
Nitritos	Colorimetrico 4500NO ₂
Bacteriológico	Sustrato definido Decreto 475/98

<i>Parámetros</i>	<i>Grifo Planta Puntual</i>	<i>Norma Agua Potable Decreto 475/98</i>
pH (Un)(In Situ)	7.7	6.5 – 9.0
Temperatura (°C)(In Situ)	25	-
Cloro Residual (ppm)	1.5	0.2 – 1.0
Alcalinidad Total (mg CaCO ₃ /L)	144.6	100
Dureza Total (mg CaCO ₃ /L)	112.9	160
Dureza Cálcica (mg CaCO ₃ /L)	63.3	-
Dureza Magnésica (mg CaCO ₃ /L)	49.6	-
Hierro Total (mg Fe/L)	3.3	0.3
Turbiedad (UNT)	4	<5
Color Verdadero (U.P.Co)	21	<15
Acidez Total (mg CaCO ₃ /L)	0	50
Sulfatos (mg SO ₄ /L)	8.8	250
Cloruros (mg Cl/L)	11.5	250
Manganeso (mg Mn/L)	0.4	0.1
Nitritos (mg N-NO ₂ /L)	<0.01	0.1
RESULTADOS BACTERIOLOGICOS		
Coliformes Totales (NMP/100 ml)	0 microorganismos	0 microorganismos
E. Coli	0 microorganismos	0 microorganismos

NOTA: ESTOS RESULTADOS SON VÁLIDOS ÚNICAMENTE PARA LAS MUESTRAS ANALIZADAS.

A.2 Certificado de análisis. Fecha de Toma de muestra: Septiembre 29 de 2006

DBO INGENIERÍA LTDA.
EMPRESA DE PROTECCION AMBIENTAL

CERTIFICADO DE ANALISIS

FISICOQUIMICO Y BACTERIOLOGICO		O.S. No.041/2006 Versión No.01
FECHA DE TOMA DE MUESTRA:	Septiembre 29 de 2006	
FECHA DE INFORME:	Octubre 4 de 2006	
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA:	PARQUE INDUSTRIAL EL PARAÍSO	
TIPO DE MUESTRA:	AGUA POTABLE	
SITIO TOMA DE MUESTRA:	PLANTA DE AGUA POTABLE	
DIRECCION/TELEFONO:	Zona Ind. Santander/(2) 8295304	
ANÁLISIS SOLICITADO POR:	AGUAS DEL PARAÍSO S.A.-E.S.P. Dr. Néstor Sánchez – Gerente	
MUESTRA TOMADA POR:	DBO INGENIERIA LTDA.	

Parámetros	Método y Referencia del Ensayo (Standard Methods)
pH	Electrométrico 4500 H ⁺ B
Temperatura	Termómetro de Mercurio
Cloro Residual	Iodométrico 4500 Cl B
Alcalinidad Total	Titulación (I ₂ SO ₄) a p.H. 4.5 2320 B
Dureza Total, Cálcica, Magnésica	Titulación (EDTA) 2340 C
Hierro Total	Colorimétrico (Fenantrolina) 3500 Fe D
Turbiedad	Nefelométrico 2130 B
Color Verdadero	Colorimétrico 2120 B
Acidez Total	Titulación (NaOH) a p.H. 8.3 2320 B
Sulfatos	Turbidimétrico 4500-SO ₄ ²⁻ E
Cloruros	Argentométrico 4500-Cl B
Manganeso	Persulfato 3500 D
Nitritos	Colorimétrico 4500NO ₂
Bacteriológico	Sustrato definido Decreto 475/98

Parámetros	Grifo Planta Puntual	Norma Agua Potable Decreto 475/98
pH (Un)(In Situ)	7.2	6.5 – 9.0
Temperatura (°C)(In Situ)	25	-
Cloro Residual (ppm)	1.0	0.2 – 1.0
Alcalinidad Total (mg CaCO ₃ /L)	138.6	100
Dureza Total (mg CaCO ₃ /L)	89.4	160
Dureza Cálcica (mg CaCO ₃ /L)	46.9	-
Dureza Magnésica (mg CaCO ₃ /L)	42.5	-
Hierro Total (mg Fe/L)	<0.1	0.3
Turbiedad (UNT)	0.02	<5
Color Verdadero (U.P.Co)	3	<15
Acidez Total (mg CaCO ₃ /L)	4.2	50
Sulfatos (mg SO ₄ /L)	6.5	250
Cloruros (mg Cl/L)	15.1	250
Manganeso (mg Mn/L)	<0.1	0.1
Nitritos (mg N-NO ₂ /L)	<0.01	0.1
RESULTADOS BACTERIOLOGICOS		
Coliformes Totales (NMP/100 ml)	0 microorganismos	0 microorganismos
E. Coli	0 microorganismos	0 microorganismos

NOTA: ESTOS RESULTADOS SON VÁLIDOS ÚNICAMENTE PARA LAS MUESTRAS ANALIZADAS.

A.3 Certificado de análisis. Fecha de Toma de muestra: Noviembre 23 de 2006

DBO INGENIERÍA LTDA.
EMPRESA DE PROTECCIÓN AMBIENTAL

CERTIFICADO DE ANALISIS

FISICOQUIMICO Y BACTERIOLOGICO		O.S. No.041/2006 Versión No.01
FECHA DE TOMA DE MUESTRA:	Noviembre 23 de 2006	
FECHA DE INFORME:	Noviembre 28 de 2006	
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA:	PARQUE INDUSTRIAL EL PARAÍSO	
TIPO DE MUESTRA:	AGUA POTABLE	
SITIO TOMA DE MUESTRA:	PLANTA DE AGUA POTABLE	
DIRECCION/TELEFONO:	Zona Ind. Santander/(2) 8295304	
ANÁLISIS SOLICITADO POR:	AGUAS DEL PARAÍSO S.A.-E.S.P. Dr. Néstor Sánchez – Gerente	
MUESTRA TOMADA POR:	DBO INGENIERIA LTDA.	

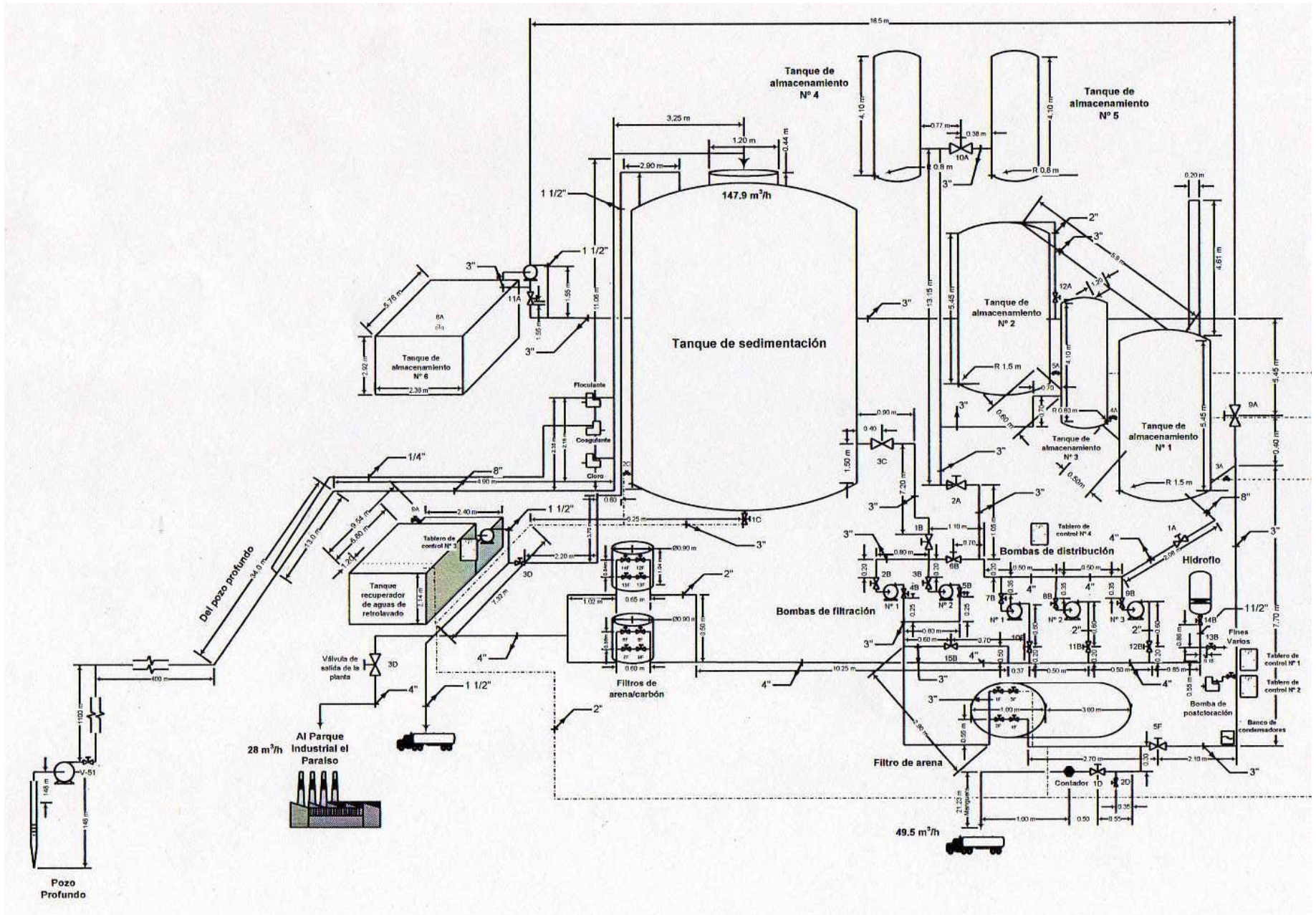
<i>Parámetros</i>	<i>Método y Referencia del Ensayo</i> (Standard Methods)
pH	Electrométrico 4500-H ⁺ B
Temperatura	Termómetro de Mercurio
Cloro Residual	Iodométrico 4500 Cl B
Alcalinidad Total	Titulación (H ₂ SO ₄) a p.H. 4.5 2320 B
Dureza Total, Cálcica, Magnésica	Titulación (EDTA) 2340 C
Hierro Total	Colorimétrico (Fenantrolina) 3500 Fe D
Turbiedad	Nefelométrico 2130 B
Color Verdadero	Colorimétrico 2120 B
Acidez Total	Titulación (NaOH) a p.H. 8.3 2320 B
Sulfatos	Turbidimétrico 4500-SO ₄ ²⁻ E
Cloruros	Argentométrico 4500-Cl B
Manganeso	Persulfato 3500 D
Nitritos	Colorimétrico 4500NO ₂
Bacteriológico	Sustrato definido Decreto 475/98

<i>Parámetros</i>	<i>Grifo Planta</i> Puntual	<i>Norma Agua Potable</i> Decreto 475/98
pH (Un)(In Situ)	7.1	6.5 – 9.0
Temperatura (°C)(In Situ)	25	-
Cloro Residual (ppm)	0.8	0.2 – 1.0
Alcalinidad Total (mg CaCO ₃ /L)	126.4	100
Dureza Total (mg CaCO ₃ /L)	86	160
Dureza Cálcica (mg CaCO ₃ /L)	45.9	-
Dureza Magnésica (mg CaCO ₃ /L)	40.1	-
Hierro Total (mg Fe/L)	<0.1	0.3
Turbiedad (UNT)	0.08	<5
Color Verdadero (U.P.Co)	2	<15
Acidez Total (mg CaCO ₃ /L)	6.3	50
Sulfatos (mg SO ₄ /L)	<5.4	250
Cloruros (mg Cl/L)	12.6	250
Nitritos (mg N-NO ₂ /L)	<0.01	0.1
RESULTADOS BACTERIOLOGICOS		
Coliformes Totales (NMP/100 ml)	0 microorganismos	0 microorganismos
E. Coli	0 microorganismos	0 microorganismos

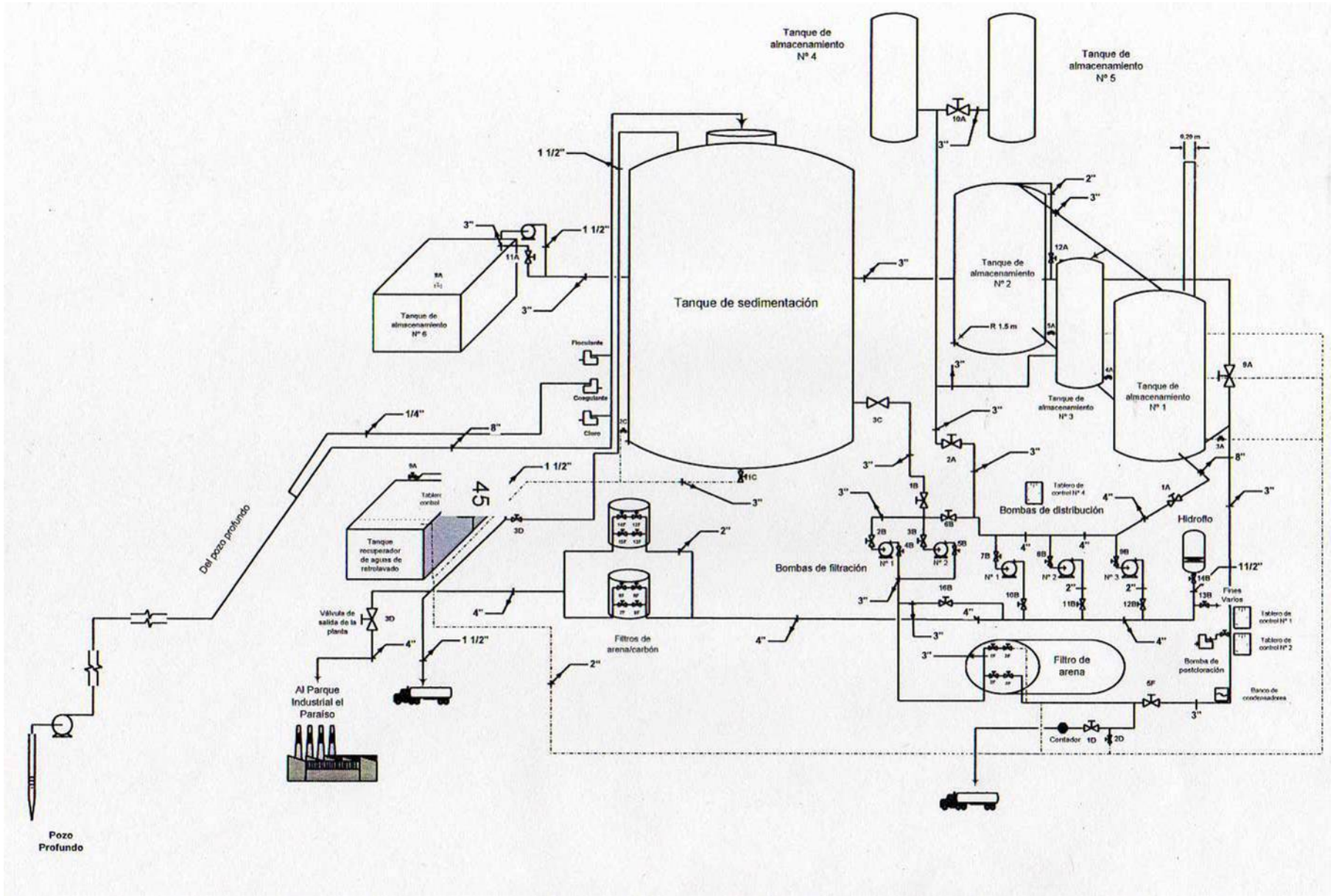
NOTA: ESTOS RESULTADOS SON VÁLIDOS ÚNICAMENTE PARA LAS MUESTRAS ANALIZADAS.

**ANEXO B. ESQUEMAS DE DISEÑO DE PLANTA DE AGUAS DEL
PARAISO S.A ESP**

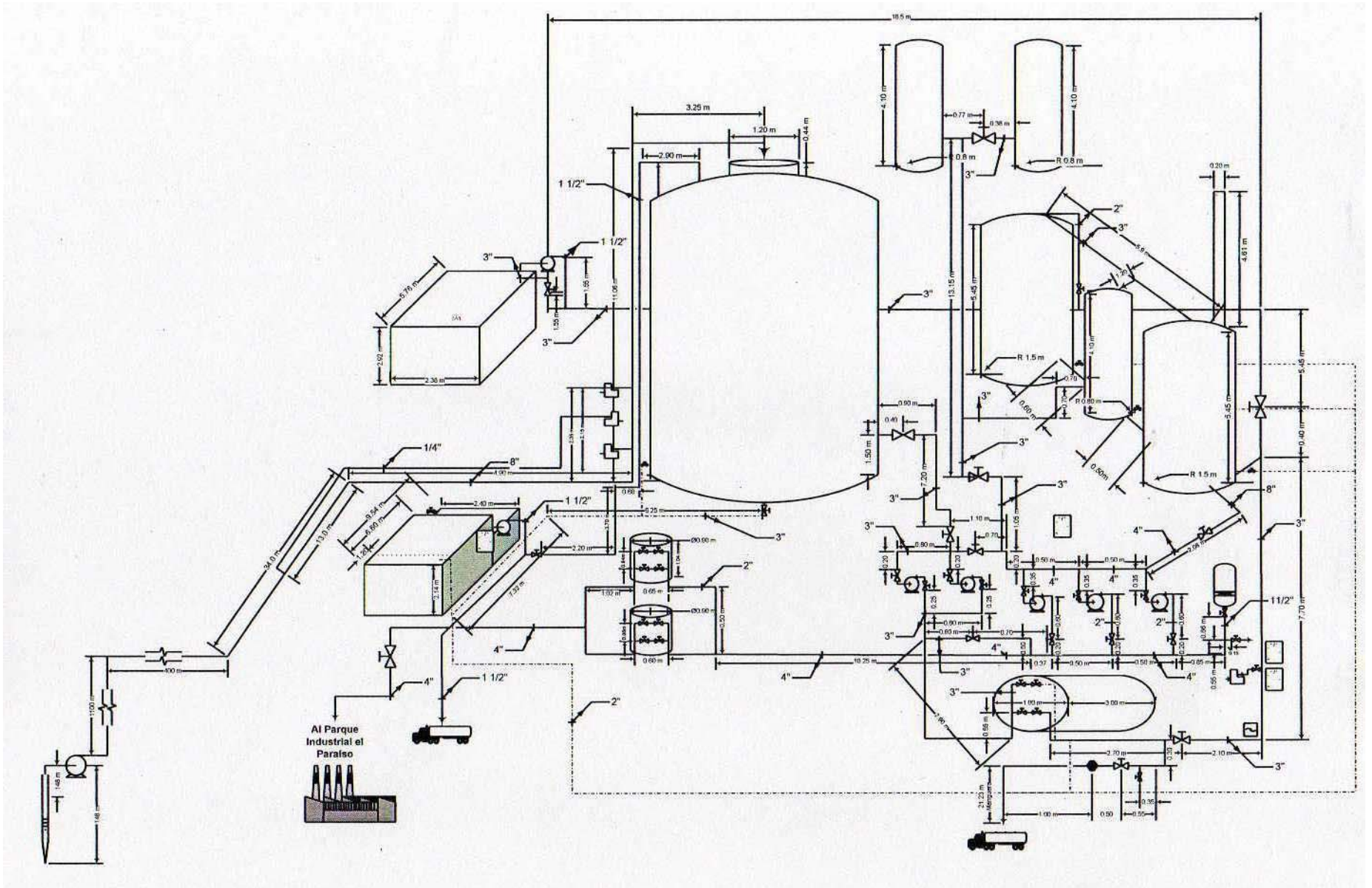
- B.1. Planta de tratamiento de agua. Diseño completo
- B.2. Planta de tratamiento de agua. Numeración de válvulas
- B.3. Planta de tratamiento de agua. Dimensiones
- B.4. Planta de tratamiento de agua. Esquema general
- B.5. Planta de tratamiento de agua. Zonas



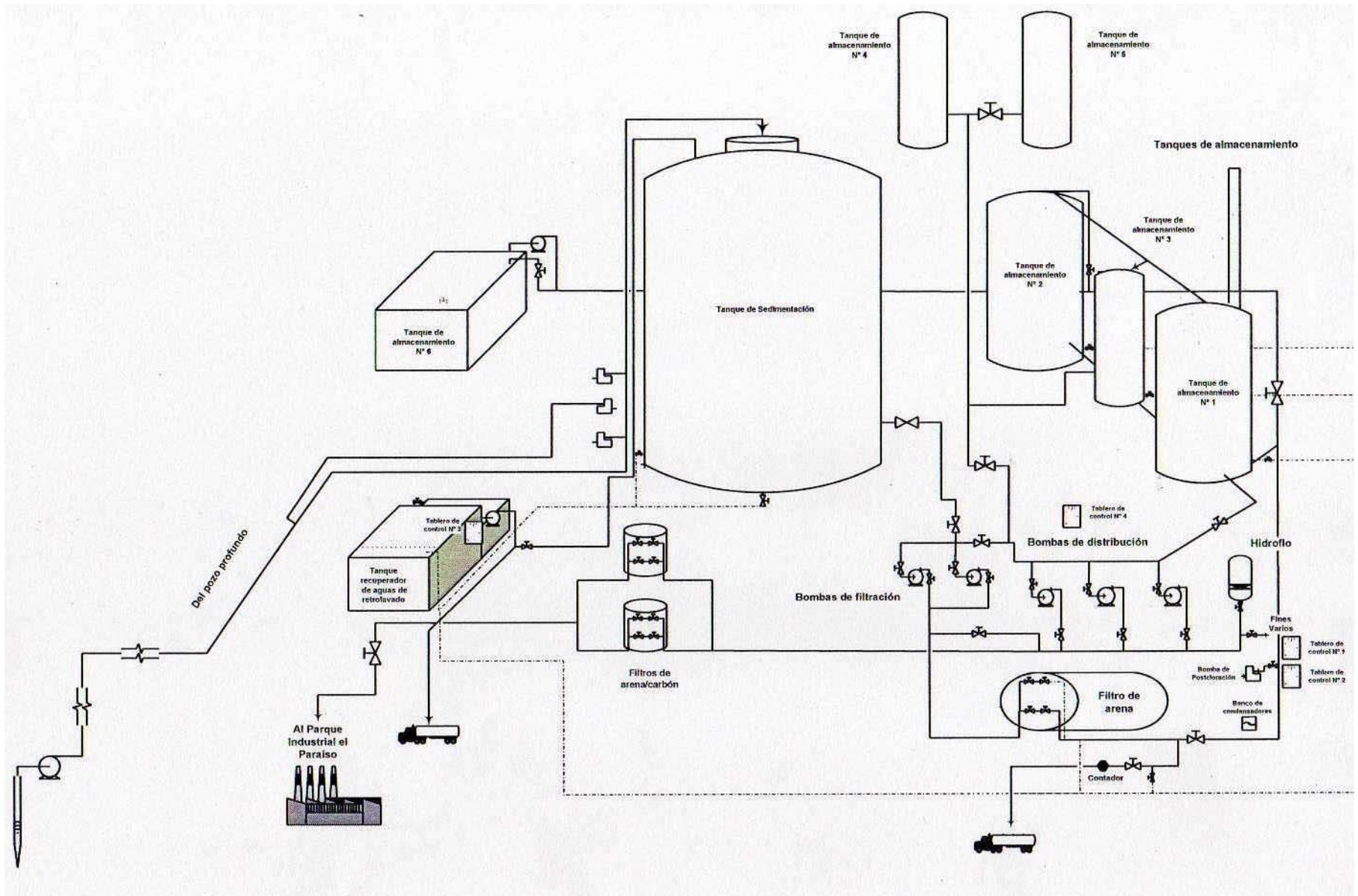
B.1 PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA. DISEÑO COMPLETO



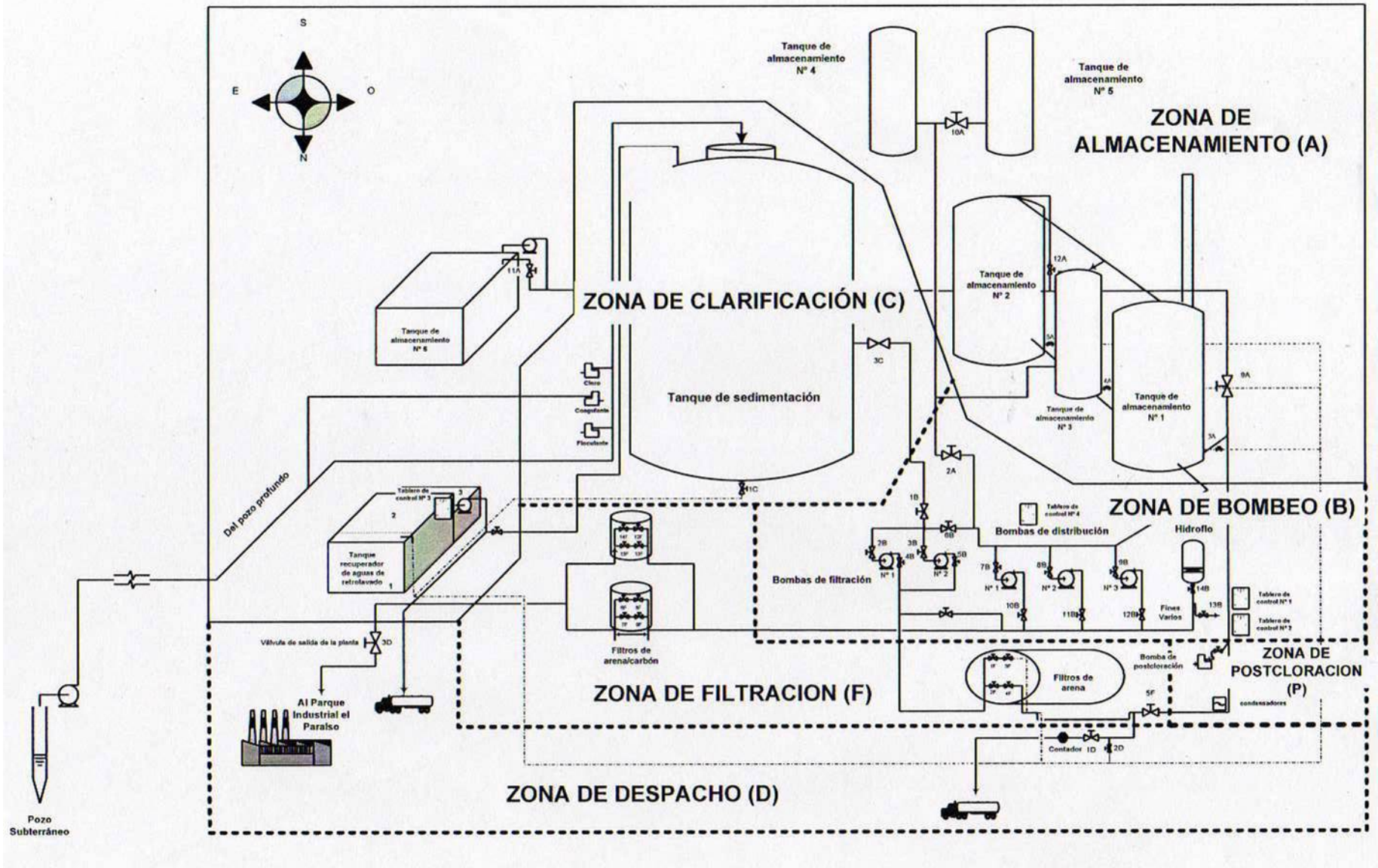
B.2. PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA. NUMERACION DE VALVULAS



B.3. PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA. DIMENSIONES




B.4. PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA. ESQUEMA GENERAL



B.5. PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA. ZONAS

ANEXO C. DOCUMENTOS INFORMACIÓN GENERAL DE LA PLANTA

- C.1. Generalidades del proceso del tratamiento del agua y descripción de equipos
- C.2. Identificación de las zonas de la planta de tratamiento de agua
- C.3. Rangos de control en puntos de muestreo
- C.4. Diseño de la planta

	C.1 GENERALIDADES DEL PROCESO DEL TRATAMIENTO DEL AGUA Y DESCRIPCION DE EQUIPOS		DIRECCION TECNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 1 DE 12

1. OBJETIVOS

Consignar de una forma general la manera en que se lleva a cabo el proceso de tratamiento de agua en la planta.

2. GENERALIDADES

Como primera instancia, el proceso de clarificación se realiza por cochadas, mientras que el suministro de agua al parque necesariamente es en continuo.

2.1 FUENTE DE ABASTECIMIENTO

Pozo subterráneo ubicado en la manzana H en la zona industrial El Paraíso, kilómetro 2 vía San Julián, lote de 333 m². Esta fuente de abastecimiento de agua cruda se encuentra ubicada aproximadamente a 1500 metros de la planta de tratamiento de agua potable, con 140 metros de profundidad, el cual suministra un caudal aprobado de 60LPS (950GPM), ejecutado con todas las normas técnicas, revestido en tubería de acero y filtros de acero inoxidable. Tienen instalado un sistema de bombeo de 75 HP a 1.750 RPM, el cual suministrará agua cruda a través de una acometida en PVC de ocho (8) pulgadas, hacia el tanque de sedimentación de la planta de tratamiento de agua potable.


2.1.1 Caracterización del agua cruda

La tabla N° 1, proporciona los rangos en los cuales se encuentran algunos de los parámetros fisicoquímicos del agua cruda. Dichas condiciones no presenta variaciones de magnitud considerable en un periodo mínimo de 5 días. La información suministrada en la tabla será modificada de acuerdo a los análisis efectuados en el laboratorio de la planta.

PARAMETRO	Rango
pH	6.9 - 7.6
Dureza (ppm CaCO ₃)	97 - 120
Alcalinidad (ppm CaCO ₃)	110 - 165
Hierro (ppm Fe ⁺²)	0.9 - 1.9
Turbidez (NTU)	0 - 9
Color (PT, Co)	2 - 70
Cloro residual (ppm Cl ₂)	0.0 - 0.5

Tabla N° 1. Caracterización agua cruda

En términos generales el agua subterránea de la zona puede clasificarse como bicarbonatada, cálcico-magnésica, con dureza carbonatada o temporal, la cual puede utilizarse como fuente de abastecimiento sin inconveniente alguno.

	GENERALIDADES DEL PROCESO DEL TRATAMIENTO DEL AGUA Y DESCRIPCION DE EQUIPOS		DIRECCION TECNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 2 DE 12

2.1.2 Evaluación del comportamiento hidráulico de los acuíferos

Previa la elaboración del diseño definitivo del pozo, se hizo un análisis del posible rendimiento de las capas acuíferas perforadas, con base en los valores de los parámetros eléctricos medidos en el registro, la descripción litológica y con la información hidráulica suministrada por el pozo de la Hacienda La Palma y por el concepto técnico de la CRC, infiriéndose los siguiente:


- El pozo hasta una profundidad e 120 metros muestra características hidrogeológicas favorables para el aprovechamiento del agua subterránea, ya que el 37% de los sedimentos permeables corresponden a capas acuíferas (49 metros).
- Los sedimentos de mayor permeabilidad, corresponden a gravas de tamaño fino a grueso y se localizaron entre 32 y 62 metros y en el estrato que subyace a la formación volcánica intrusiva del fondo.
- Con base en los valores de resistividad y potencial espontáneo que presenta la capa de material intrusito duro, se descarta como productora de agua.
- Tomando el rango de capacidad específica mas baja para la zona (1.6 LPS/m) y calculado un abatimiento del orden de 30 metros, se espera que el pozo pueda producir un caudal de 48 LPS (750 GPM).

2.2 PROCESO DE TRATAMIENTO DEL AGUA CRUDA

2.2.1 Proceso de clarificación

El esquema N° 1, presenta el procedimiento que se lleva a cabo para el tratamiento del agua. La clarificación se lleva a cabo por medio de fenómenos de coagulación y posterior floculación de sólidos disueltos en el agua. Entiéndase coagulación, como la neutralización química de partículas cargadas y posterior aglomeración de material coloidal y/o sólidos suspendidos mas finos a partir de la acción del *coagulante*. De manera simultáneamente a éste fenómeno, se genera la floculación, el cual consiste, en la aglomeración sostenida o progresiva de material particulado, formando flóculos, mediante el leve mezclado físico y la adición de un producto químico (*floculante*).

Los anteriores procesos se llevan a cabo en el *Tanque de Sedimentación* y en puntos establecidos de la tubería de conducción de agua cruda a éste tanque, es adicionado el coagulante y el floculante por medio de bombas dosificadoras. Se garantiza que durante todo el tiempo de llenado, se inyecte la cantidad de producto necesario para el tratamiento de la totalidad de volumen de agua, para esto, se establece una tabla de dosificación de químicos, que proporciona los datos relacionados con la cantidad de producto químico a emplear y el volumen de agua a adicionar para preparar la solución que será suministrada durante esta etapa de acuerdo al volumen de agua establecido para el proceso de clarificación.

	GENERALIDADES DEL PROCESO DEL TRATAMIENTO DEL AGUA Y DESCRIPCION DE EQUIPOS		DIRECCION TECNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 3 DE 12

El cloro es el desinfectante de agua más comúnmente usado en aplicaciones de higienización del agua potable y al adicionarse durante la etapa de clarificación, propicia el aglutinamiento con las bacterias, dejando solo una parte de la cantidad original (cloro libre) para continuar su acción desinfectante. Si el nivel de cloro libre no es el que corresponde al pH, el agua tendrá un olor y sabor desagradables y el potencial desinfectante del cloro se verá disminuido.


El cloro libre reacciona con los iones de amoníaco, compuestos orgánicos e inorgánicos (oxidación del hierro y manganeso) hasta formar compuestos de cloro que dan como resultado una disminución de su capacidad desinfectante en comparación con el cloro libre. Los compuestos de cloro junto con las cloraminas forman el cloro combinado. El conjunto de cloro combinado y cloro libre da como resultado el cloro total. Mientras que el cloro libre tiene un potencial desinfectante superior, el cloro combinado tiene una mayor estabilidad y una menor volatilidad.

Dadas las características del tanque de sedimentación, la agitación de los productos se lleva a cabo por medio de la turbulencia generada en el trayecto de tubería y posterior choque del agua contra una placa semicónica-cóncava ubicada justo a la entrada de dicho tanque. Durante este trayecto y el esparcimiento del agua al impactar con la placa, se puede decir que se propicia una agitación rápida que permite la mezcla de los productos químicos y el agua cruda. Al caer el agua en el tanque se promueve una leve agitación dentro del mismo, que permite el aumento de tamaño del flóculo para la posterior sedimentación del mismo en un periodo de quietud o reposo del agua.



Esquema N° 1. Diagrama de bloques del proceso de tratamiento de agua.

Una vez completado el tiempo de llenado (Tiempo en el cual se alcanza el volumen de agua establecido para clarificar en el tanque de sedimentación), se procede a dar el tiempo de residencia (Tiempo en que cesa el movimiento del agua), en el cual los flóculos formados sedimentan y se retienen en la base del tanque de sedimentación. Los tiempos de llenado y de residencia se especifican en la tabla N° 2 Las especificaciones del tanque de sedimentación se detallan en el numeral 3.7.

	GENERALIDADES DEL PROCESO DEL TRATAMIENTO DEL AGUA Y DESCRIPCION DE EQUIPOS		DIRECCION TECNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 4 DE 12


Altura (m)	Volumen de agua a tratar (m ³)	Tiempo de llenado		Tiempo de residencia	
		Horas	Minutos	Horas	Minutos
10,0	394,32	2	40	3	45
9,5	374,60	2	32	3	30
9,0	354,88	2	24	3	20
8,5	335,17	2	16	3	0
8,0	315,45	2	8	2	50
7,5	295,74	2	0	2	30
7,0	276,02	1	52	2	15
6,5	256,31	1	44	2	0
6,0	236,59	1	36	1	30
5,5	216,87	1	28	1	0
5,0	197,16	1	20	0	45
4,5	177,44	1	12	0	35
4,0	157,73	1	4	0	25
3,5	138,01	0	56	0	23
3,0	118,29	0	48	0	20
2,5	98,58	0	40	0	18
2,0	78,86	0	32	0	15
1,5	59,15	0	24	0	15
1,0	39,43	0	16	0	13
0,5	19,72	0	8	0	10
0,0	0,00	0	0	0	0

Tabla N° 2. Tiempos de llenados y residencia

2.2.2 Puntos de dosificación de productos químicos

Al realizar pruebas de jarras, se encuentra que la precloración constituye una interferencia durante la etapa de coagulación, (siempre y cuando este se adicione como primer producto de clarificación), por tal motivo, el punto de dosificación de cloro se ubica entre el coagulante y el floculante.

La distancia entre los puntos de inyección de los químicos y el vertedero de agua cruda al tanque de sedimentación, puede apreciarse en la tabla N° 3. Nótese que el punto de aplicación de la solución de coagulante se encuentra mas alejada que los otros productos, ya que se pretende proporcionar un mayor tiempo de mezcla de éste producto antes de ser adicionado el floculante.

	GENERALIDADES DEL PROCESO DEL TRATAMIENTO DEL AGUA Y DESCRIPCION DE EQUIPOS		DIRECCION TECNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 5 DE 12

PRODUCTO QUIMICO	DISTANCIA
Coagulante	20.00 metros
Cloro	8.00 metros
Floculante	9.70 metros

Tabla N° 2. Distancias entre el punto de dosificación de los productos químicos y el vertedero de agua cruda al tanque de sedimentación.

2.2.3 Productos químicos empleados para la etapa de clarificación

Coagulante OSCHEM 4C


Coagulante inorgánico compuesto de sales polinucleares de aluminio de carga catiónica, utilizado ampliamente en clarificación de aguas potables, industriales, residuales, crudas de pozo y piscinas. Su alta carga catiónica, le permite reducir considerablemente la turbiedad, el color y los sólidos sedimentables. Elimina el hierro y el manganeso, lo que hace de éste un producto esencial en el tratamiento de aguas de barreno y pozo profundo. Su aspecto es líquido ámbar o transparente; totalmente soluble en agua.

PROPIEDADES FÍSICAS, EXPLOSIVAS Y DE IGNICIÓN	
Formula Química	Mezcla de polinucleares de aluminio
Color	Líquido claro
Punto de ebullición	100 °C
Densidad	1330kg/m ³ a 20 °C
Punto de fusión	< -3 °C
Presión de vapor	La del agua
Solubilidad	Soluble en agua
% Material Volátil	50%
Punto de ignición	> 450 °C
Límites de explosión	No aplica
Agentes especiales de extinción	No aplica

Tabla N° 4 Propiedades físicas, explosivas y de ignición, Coagulante OSCHEM 4C

Floculante OSCHEM 2004

Floculante de carga aniónica de poliacrilamida seca de alto peso molecular, especial para reducir turbiedades en aguas de uso potable. Entre sus ventajas están las de acelerar los procesos de floculación y sedimentación, en sistemas rápidos de tratamiento de agua. Sus bajas dosis (0.01 a 0.5 ppm) lo hacen un producto práctico y económico. No altera el pH, presenta velocidades altas de sedimentación, alcanza una elevada eficacia en la eliminación de sólidos y es fácilmente soluble en agua. Este producto ha sido certificado conforme a la norma ANSI/NSF 60 para su uso en agua potable por el organismo NSF internacional. También se puede utilizar como

	GENERALIDADES DEL PROCESO DEL TRATAMIENTO DEL AGUA Y DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS		DIRECCIÓN TÉCNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 6 DE 12

agentes decolorantes y como producto auxiliar de aclaración para refinar licores y jugos de azúcar, según aprobación de la FDA. Su aspecto es sólido.

PROPIEDADES FÍSICAS, EXPLOSIVAS Y DE IGNICIÓN	
Fórmula Química	Poliacrilamida aniónica
Color	Teñido blanco
Punto de ebullición	No se aplica
Gravedad específica	0.75-0.95
Punto de fusión	No disponible
Presión de vapor	No es aplicable
Solubilidad en el agua	Limitado por la viscosidad
% Volatilidad por peso	10-13; (Agua)
Temperatura de auto ignición	<150 °C
Temperatura de descomposición	< 150 °C

Tabla N° 5 Propiedades físicas, explosivas y de ignición, Floculante OSCHEM

Hipoclorito de sodio al 13%

Producto líquido altamente oxidante, de solución acuosa ligeramente amarilla, olor característico penetrante e irritante, ideal para aplicar en sistemas de potabilización y desinfección de aguas. Dependiendo del pH de la solución, se presenta disociado en forma de cloro activo, ácido hipocloroso HOCL y/o ión hipoclorito OCl⁻. De estas formas de cloro libre activo depende su reactividad en las reacciones de oxidación, cloración y acción bioquímica tales como el control bacteriológico y microbiológico.

PROPIEDADES FÍSICAS, EXPLOSIVAS Y DE IGNICIÓN	
Fórmula Química	NaOCl
Color	Ligeramente amarillo
Densidad a 20°C	1.20 g/ml


Tabla N° 6 Propiedades físicas, explosivas y de ignición, Hipoclorito de sodio 13%

2.2.4 Dosificación empleada actualmente

La dosificación empleada actualmente en la planta corresponde a la señalada en la tabla N°7. Esta variará de acuerdo a los resultados que se obtengan por pruebas de jarras.

Producto	Dosificación
Cloro	9.54 g/m ³
Coagulante	31.62 g/m ³
Floculante	0.02 g/m ³

Tabla N° 7. Dosificación de productos para el proceso de clarificación del agua.

	GENERALIDADES DEL PROCESO DEL TRATAMIENTO DEL AGUA Y DESCRIPCION DE EQUIPOS		DIRECCION TECNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 7 DE 12

Cada uno de estos productos se dosifica de acuerdo a una tabla implementada en la planta, con la cual se establece la cantidad de químico a emplear para una determinada altura del tanque y el agua necesaria para preparar la solución que se adicionará durante todo el tiempo de llenado.

2.3 PRIMERA ETAPA DE FILTRACIÓN. (FILTRO DE ARENA)

La planta cuenta con un filtro de arena por el cual, con ayuda de una bomba, se hace pasar el agua tratada en el tanque de sedimentación, una vez se ha completado la etapa de clarificación. En esta parte del proceso, se remueven parte de los sólidos suspendidos que no se asentaron en el tanque de sedimentación y posteriormente el agua es conducida a los tanques de almacenamiento.

2.4 ETAPA DE POSTCLORACIÓN

Una vez el agua abandona el filtro de arena pasa por la etapa de postcloración, en la cual se adiciona la cantidad de cloro necesaria para satisfacer la demanda del mismo en los tanques de almacenamiento y la red de distribución. Esta dosificación debe garantizar que a la salida de la planta el residual de cloro se encuentre según el decreto 475/98 del ministerio de salud.

2.5 SEGUNDA ETAPA DE FILTRACIÓN (FILTROS DE ARENA/CARBÓN)

Una vez el agua está en los tanques de almacenamiento, finaliza el proceso de tratamiento haciendo pasar el agua a través de dos filtros de arena/carbón, en los cuales hay una segunda remoción de sólidos suspendidos. De igual forma, por medio del carbón se retira parte del color, olor y sabores que presentes.


3. CARACTERIZACION DE LOS EQUIPOS Y TANQUES DE LA PLANTA

3.1 Bomba del pozo

Las especificaciones dadas, a continuación, corresponden a la bomba que en la actualidad se encuentra en marcha:

BOMBA ESTACIONARIA	TURBINA DE EJE VERTICAL
Marca	COLBOMBAS
Modelo	TC 60
Columna	15 pies de 8 pulgadas de a 3 metros cada una
Lubricación	Agua
Engranaje	Lubricada por aceite
Relación	1:1
Motor	General electric
Potencia	75 HP 80 12 columnas ejes y arañas
Velocidad	1760 rpm

Tabla N° 8. Especificaciones bomba del pozo en operación

	GENERALIDADES DEL PROCESO DEL TRATAMIENTO DEL AGUA Y DESCRIPCION DE EQUIPOS		DIRECCION TECNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 8 DE 12

Adicionalmente, se cuenta con una bomba de repuesto de las siguientes especificaciones:

BOMBA ESTACIONARIA	TURBINA DE EJE VERTICAL
Marca	COLBOMBAS
Modelo	TC 60
Columna	12 pies de 8 pulgadas de a 3 metros cada una
Lubricación	Agua
Engranaje	Lubricada por aceite
Relación	1:1
Motor	General electric
Potencia	60 HP 80 12 columnas ejes y arañas

Tabla N° 9. Especificaciones bomba de repuesto del pozo

Posee un sello sanitario, en el cual se coloca un filtro de grava, instalado a los 20 metros. Con 2 oídos o engravilladores en tubería de PVC de 3 pulgadas hasta 20 metros de profundidad, con una capa de arcilla bentonítica de 0.50 metros de espesor. Con este sello, se evita que el pozo se contamine con aguas y desechos superficiales o con aguas subterráneas de mala calidad, provenientes de acuíferos superiores.

3.2 Bombas de filtración

Se dispone de 2 bombas de filtración, las cuales se turnan después de cada 24 horas. Las especificaciones dadas a continuación caracterizan ambas bombas.

BOMBA ESTACIONARIA	CENTRÍFUGA
Marca	SIEMENS
Lubricación	Agua
Engranaje	Lubricada por aceite
Relación	1:1
Potencia	5.0 HP
Velocidad	3480


Tabla N° 10. Especificaciones bombas de filtración

3.3 Bombas de distribución

Dentro del sistema de bombeo a la red de distribución, se encuentran tres (3) bombas centrifugas de las siguientes características:

PARÁMETRO	BOMBA N° 1	BOMBA N° 2	BOMBA N° 3
BOMBA ESTACIONARIA	CENTRÍFUGA	CENTRÍFUGA	CENTRÍFUGA
Marca	SIEMENS	SIEMENS	SIEMENS
Lubricación	Agua	Agua	Agua
Engranaje	Lubricada por aceite	Lubricada por aceite	Lubricada por aceite
Potencia	6.6 HP	5.0 HP	6.6 HP
Velocidad	3450	3480	3450

Tabla N° 11. Especificaciones bombas de distribución

	GENERALIDADES DEL PROCESO DEL TRATAMIENTO DEL AGUA Y DESCRIPCION DE EQUIPOS		DIRECCION TECNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 9 DE 12

En la operación habitual operan dos de las bombas de distribución. Por lo general, siempre estará encendida la bomba de distribución N° 1 y se turnan las bombas N° 2 y 3 cada 8 horas de operación.

3.4 Hidroflo

Este equipo permite restablecer la presión de la red, sin promover el encendido de las bombas de distribución.

MARCA	IGNACIO GÓMEZ IHM S.A
Modelo	L 300H
Presión de trabajo máxima	150PSI
Presión de prueba	225 PSI
Máxima temperatura de operación	100°C
Capacidad	300 litros
Membrana	Butyl reemplazable

Tabla N° 12. Especificaciones hidroflo

3.5 Bombas dosificadoras

Empleadas para la adición de los productos utilizados para el proceso de clarificación, (Coagulante, floculante y cloro).

MARCA	BLUE WHITE
Modelo	C 660P
Presión de trabajo máxima	60 PSI
Máximo caudal	3.0 gph


Tabla N° 13. Especificaciones bombas dosificadoras

3.6 Bomba de postcloración

MARCA	
Presión de trabajo máxima	22 PSI
Máximo caudal	6.07 gph

Tabla N° 14. Especificaciones bomba de postcloración

Debido a que esta bomba con frecuencia presenta taponamientos tanto en la válvula de pie como en la válvula de succión, es necesario efectuar el mantenimiento de la misma cada vez que se esté en proceso de clarificación dentro del tanque de sedimentación, ya que en este momento no se está dando paso del agua a los tanques de almacenamiento y por lo tanto no se está postclorando.

	GENERALIDADES DEL PROCESO DEL TRATAMIENTO DEL AGUA Y DESCRIPCION DE EQUIPOS		DIRECCION TECNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 10 DE 12

3.7 Bombas de descarga

Como su nombre lo indica, estas bombas se encargan de descargar el tanque de almacenamiento N° 6 y el tanque recuperador de aguas de retrolavado.

PARÁMETRO	BOMBA TANQUE N° 6	BOMBA N° 2
BOMBA ESTACIONARIA	CENTRÍFUGA	CENTRÍFUGA
Marca	SIEMENS	SIEMENS
Lubricación	Agua	Agua
Engranaje	Lubricada por aceite	Lubricada por aceite
Potencia	5.0 HP	5.0 HP
Velocidad	3450	3480

Tabla N° 15. Especificaciones bombas de descarga

3.8 Tanque de sedimentación

Tanque de hierro recubierto internamente con pintura epóxica. En la parte superior del mismo presenta un orificio de aproximadamente 1 metro de diámetro, en el cual se descarga el agua cruda bombea del pozo. Dimensiones: 10 metros de altura y 7.4 metros de diámetro. Fondo plano, en el cual va sujeto una flauta en forma de espina de pescado, con tubería en PVC de 3 pulgadas y orificios de 2 pulgadas de diámetro, con distancias de 50 cm entre un orificio y otro.


Presenta 2 válvulas ubicadas a 20 centímetros de la base del tanque, destinadas para funciones de drenado y 1 válvula a 1 metro de distancia del fondo, acoplada a una tubería que succiona a 50 cm de dicha válvula y que permite la descarga del agua una vez finaliza el proceso de clarificación. En uno de sus costados presenta una compuerta de 80 cm de diámetro, que posibilita el acceso al mismo cada vez que se requiera realizar su lavado y saneamiento.

Sujeto al orificio de la parte superior del tanque, se encuentra una placa de hierro semicónica-cóncava de aproximadamente 1.20 metros de diámetro en el cual impacta el agua cruda una vez llega a la boca del tanque.

Capacidad neta: 396.68 m³

3.9 Tanques de almacenamiento

Se dispone de 6 tanques de almacenamiento con capacidad total de 145 m³. Las especificaciones de cada tanque se resumen en la tabla N° 15.

	GENERALIDADES DEL PROCESO DEL TRATAMIENTO DEL AGUA Y DESCRIPCION DE EQUIPOS		DIRECCION TECNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 11 DE 12

Característica	Tanque N° 1 y 2	Tanque N° 3, 4 y 5	Tanque N° 6
Capacidad (m ³)	38.730	8.09	40.03
Forma	Cilíndrica	Cilíndrica	Rectangular
Material	Acero galvanizado	Polipropileno	Ladrillo y mortero simple
Altura (m)	5.45	4.10	2.92
Diámetro (m)	3.008	1.5852	
Ancho (m)			2.38
Largo (m)			5.76

Tabla N° 16. Especificaciones bomba de postcloración

3.10 Tanque recuperador de aguas de retrolavado

En este tanque se depositan todas las aguas provenientes de retrolavado de filtros, drenados del tanque de sedimentación y los tanques de almacenamiento. Posee tres compartimientos de diferentes volúmenes cada uno, cuyas dimensiones se especifican en el diagrama siguiente:

Característica	Compartimiento N°1	Compartimiento N°2	Compartimiento N°3
Capacidad (m ³)	5.14	20.46	8.044
Forma	Rectangular	Rectangular	Rectangular
Material	Ladrillo y mortero simple	Ladrillo y mortero simple	Ladrillo y mortero simple
Largo (m)	1.00	5.50	2.94
Ancho (m)	2.40	2.40	2.40
Profundidad (m)	2.14	1.55	1.14


Tabla N° 17. Especificaciones tanque recuperador de aguas de retrolavado

Capacidad total: 33.64 m³

Del primer compartimiento el agua pasa por rebose al segundo, posteriormente, por medio de un vertedero es llenado el tercer espacio con agua que ha sido clarificada anteriormente, ya que se ha dado el tiempo de reposo necesario para poder sedimentar los lodos provenientes de los retrolavados y drenados. El agua almacenada en este tanque, será empleada para el suministro de agua a los carrotanques y de igual forma se abastecerá el tanque de sedimentación una vez se inicie el proceso de clarificación en dicho tanque. Se requiere como volumen mínimo el 80% de la capacidad neta del tanque recuperador.

3.11 Filtro de arena

Construido en acero, con 3 metros de largo y 1.20 metros de diámetro. Lecho del filtro: arena 3010 (2500 kg). Altura del lecho: 90 cm.

	GENERALIDADES DEL PROCESO DEL TRATAMIENTO DEL AGUA Y DESCRIPCION DE EQUIPOS		DIRECCION TECNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 12 DE 12

3.12 Filtros de arena y carbón

En la planta se cuenta con dos filtros de arena 3010 (350 kg) y carbón (50 kg) para cada lecho, forma cilíndrica, cada uno de 1.20 m de altura y 0.80 metros de diámetro.


3.13 Red de distribución

Extensión: 16 km lineales

Diámetro de tubería: 4 pulgadas

Tubería en PVC

Capacidad neta: 130 m³

	C.2 IDENTIFICACION DE LAS ZONAS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA		DIRECCION TECNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 1 DE 6

1. OBJETIVOS

Establecer cada una de las zonas en las cuales se encuentra distribuida la planta, con el fin de implementar la nomenclatura adecuada para cada uno de los equipos y válvulas presentes en cada una de ellas.

Identificar los equipos, válvulas y tableros de control, con la nomenclatura establecida para tal fin, de esta forma manejarse en la planta un mismo lenguaje al referirse a cualquiera de los elementos mencionados.

2. DISTRIBUCION DE LAS ZONAS DE LA PLANTA

A continuación se detalla cada uno de los elementos que constituye las zonas en la cual fue distribuida la planta, de igual forma, junto a cada una de las zonas, se especifica la letra que la identifica. En el esquema N° 1, se aprecia gráficamente la distribución establecida.

2.1 ZONA DE CLARIFICACIÓN (C)

Ubicada en la región central de la planta. En ésta zona se encuentran los siguientes equipos y elementos:

- Tanque de sedimentación. Punto central principal de la planta.
- Válvulas de drenado del tanque de sedimentación. Válvula 1C: próxima a la base del tanque de sedimentación en la parte frontal del mismo.
- Zona de dosificación de químicos: Costado izquierdo del tanque de sedimentación.




Imagen 1. Tanque de Sedimentación



Imagen 2. Válvula de drenado 1C



Imagen 3. Zona de dosificación de químicos

	IDENTIFICACION DE LAS ZONAS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA		DIRECCION TECNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 2 DE 6

2.2 ZONA DE ALMACENAMIENTO (A)

- Tanques de almacenamiento (Nº 1, 2, 3, 4, 5 y 6) con sus respectivas válvulas de drenado. Los tanques Nº 1, 2, 3, 4 y 5 están ubicados en la zona sur-occidental y el tanque Nº 6, en la parte sur oriental de la planta.



Imagen 4. Tanques Nº 1, 2 y 3



Imagen 5. Tanques Nº 4 y 5



Imagen 6. Tanques Nº 6

- Tanque recuperador de aguas de retrolavado. Situado en la región Noroeste de la planta.




Imagen 7. Tanque recuperador de aguas

2.3 ZONA DE BOMBEO (B)

Los equipos de esta zona se encuentran ubicados dentro del cuarto de bombeo.



Imagen 8. Cuarto de bombeo

	IDENTIFICACION DE LAS ZONAS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA		DIRECCION TECNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 3 DE 6

- Bombas de filtración: A la entrada, al lado izquierdo.
- Bombas de distribución: al lado izquierdo del cuarto junto a las bombas de distribución.
- Hidroflo. Junto a las bombas de distribución en la esquina inferior izquierda.



Imagen 9. Bombas de filtración



Imagen 10. Bombas de distribución



Imagen 11. Hidroflo

2.4 ZONA DE FILTRACIÓN (F)

- Filtro de arena/carbón con su respectiva tubería. Región oriental-central de la planta.




Imagen 12. Filtros de arena/carbón



Imagen 13. Filtro de arena

- Filtro de arena con su respectiva tubería. A la entrada del cuarto de bombeo, en el lado derecho del mismo.

	IDENTIFICACION DE LAS ZONAS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA		DIRECCION TECNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 4 DE 6

2.5 ZONA DE POSTCLORACIÓN (P)

- Bomba de postcloración. Junto a la pared del fondo del cuarto de bombeo. Parte central.
- Punto de dosificación de solución de cloro de reforzamiento y tramo de tubería. Parte inferior de la bomba de postcloración.
- Recipiente que contienen la solución de cloro de reforzamiento. Junto a la bomba de postcloración en el cuarto de bombeo.



Imagen 14. Bomba de Postcloración

2.6 ZONA DE DESPACHO (D)

Elementos ubicados al noroeste de la planta, junto a la pared del cuarto de bombeo en su parte exterior.

- Contador
- Tubería de despacho de agua a carrotanques
- Válvula de salida de la planta (3D): se encuentra ubicada en la caja dispuesta frente al tanque recuperador de aguas de retrolavado. Región noreste de la planta. Esta válvula al cerrarse corta completamente el suministro de agua al parque industrial.



Imagen 15. Zona de despacho


3. TABLEROS DE CONTROL

3.1 TABLERO DE CONTROL N° 1

En esta caja de control se encuentra el encendido/apagado de las bombas de filtración N° 1 y 2, así como el swich de la bomba de postcloración. Se encuentra situada en el cuarto de bombeo en la pared del fondo del mismo.



Imagen 16. Tablero de control N° 1

	IDENTIFICACION DE LAS ZONAS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA		DIRECCION TECNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 5 DE 6

3.2 TABLERO DE CONTROL N° 2

El tablero contiene el sistema de breaks de las bombas de filtración, de distribución, tanque recuperador de aguas de retrolavado y N° 6. Ubicado en el cuarto de bombeo, pared del fondo junto al tablero de control N° 1.



Imagen 17. Tablero de control N° 2

3.3 TABLERO DE CONTROL N° 3

La ubicación de este tablero corresponde a la región nororiental de la planta, junto a la bomba de descarga del tanque recuperador de aguas de retrolavado, compartimiento N° 3. Este tablero contiene los siguientes swiches:

- Alarma, la cual indica en qué momento se descarga o se llena totalmente el tanque de almacenamiento N° 6.
- Accionamiento Bomba Tanques N° 6 (Directo): Este swich enciende /apaga la bomba que descarga el tanque de almacenamiento N° 6. El agua se conduce al tanque de almacenamiento N° 2 sin emplear el sistema de control que indica qué nivel de agua posee éste tanque.
- Accionamiento Bomba Tanques N° 6 : Este swich permite encender/apagar la bomba de descarga del tanque de almacenamiento N° 6, al detectar la señal que emite el el sistema de control de nivel ubicado en el tanque de almacenamiento N° 1.
- Accionamiento Bomba Tanque recuperador de aguas de purga. Este swich enciende/apaga la bomba que descarga agua del tanque recuperador de aguas de retrolavado directamente a los carrotanques.




Imagen 18. Tablero de control N° 3

3.4 TABLERO DE CONTROL N° 4

Desde este tablero de control se ponen en marcha las bombas de distribución, ya sea en el modo automático o manual. De igual forma se encuentran los manómetros que indican la presión de la red de distribución. Se ubica sobre las bombas de distribución, en la parte izquierda de la zona de bombeo tomando como punto de referencia la entrada a dicho cuarto.



Imagen 19. Tablero de control N° 4

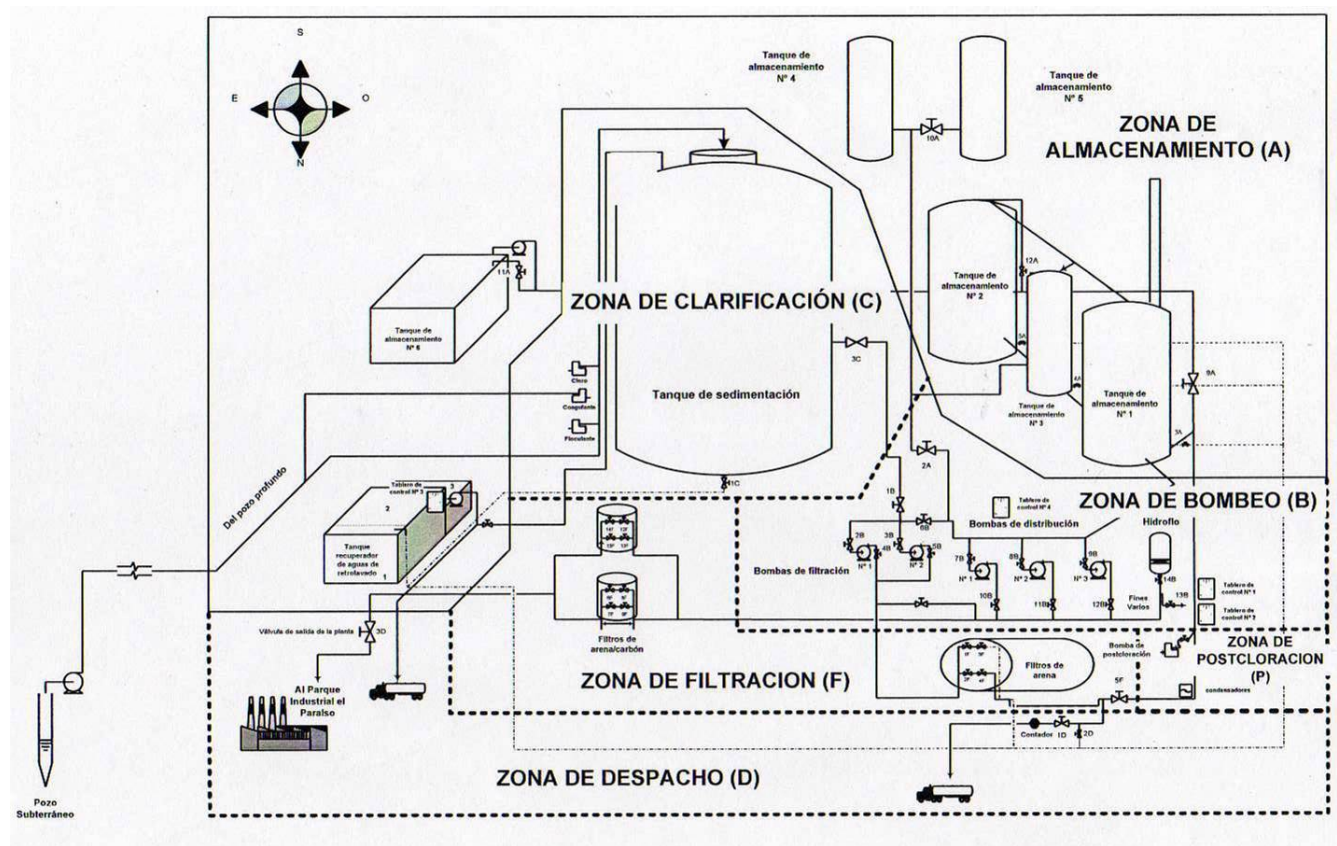
	IDENTIFICACION DE LAS ZONAS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA		DIRECCION TECNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 6 DE 6

4. BANCO DE CONDENSADORES


Este dispositivo se encuentra ubicado dentro del cuarto de bombas, al lado derecho del filtro de arena y permite cortar picos de voltaje.



Imagen 20. Banco de condensadores



Esquema N° 1. Distribución de las zonas de la planta..

	C.3 RANGOS DE CONTROL EN PUNTOS DE MUESTREO		DIRECCION TECNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 1 DE 3

1. OBJETIVO

Establecer los rangos en los cuales debe encontrarse el agua, teniendo en cuenta las necesidades en cada uno de los puntos de muestreo.

2. ALCANCE

Se aplica éste procedimiento a los puntos de control que se especifican a continuación.

3. FRECUENCIA

Se realizará este procedimiento cada vez que se tomen análisis del agua en los puntos de control establecidos.

4. RESPONSABILIDAD

El operario de turno es el responsable de llevar a cabo éste procedimiento y el analista de la planta corroborará dicha información.


5. REQUISITOS GENERALES

Tomar las medidas pertinentes que garantice que la muestra analizada permanezca dentro del rango de control.

6. RANGOS DE CONTROL

<i>PUNTO DE MUESTREO</i>	<i>RANGO DE CONTROL DE CLORO RESIDUAL</i>	<i>RANGO DE CONTROL DE PH</i>
Tanque de sedimentación	0.0 - 1.5 ppm	6.5 - 9.0
Tubería de llenado tanques de almacenamiento	1.1 - 1.3 ppm	6.5 - 9.0
Válvula de drenado tanques de almacenamiento	1.1 - 1.3 ppm	6.5 - 9.0
Tanque de almacenamiento N° 6	1.1 - 1.3 ppm	6.5 - 9.0
Salida de la planta	0.6 - 1.1 ppm	6.5 - 9.0

Tabla N° 1. Rangos de control en puntos de muestreo

	RANGOS DE CONTROL EN PUNTOS DE MUESTREO		DIRECCION TECNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 2 DE 3

6.1 MEDIDAS DECONTINGENCIA

6.1.1 *Tanque de sedimentación:*

Si en el tanque de sedimentación la concentración de cloro tienen un valor superior al establecido en el rango, es indicativo que la solución de cloro adicionada durante el tiempo de llenado no se preparó de acuerdo al procedimiento establecido para la preparación de la misma. En éste caso, la etapa de postcloración se restringe y se verifica constantemente que el residual de cloro en los tanques de almacenamiento no descienda a valores inferiores a los establecidos.



Imagen 1. Tomamuestras Tanque de sedimentación

6.1.2 *Tubería de llenado de los tanques de almacenamiento*

Por medio de la operación de la bomba de postcloración, según el procedimiento *Preparación de solución de cloro y operación de la bomba para etapa de postcloración* se logra la estabilidad en este punto de muestreo.

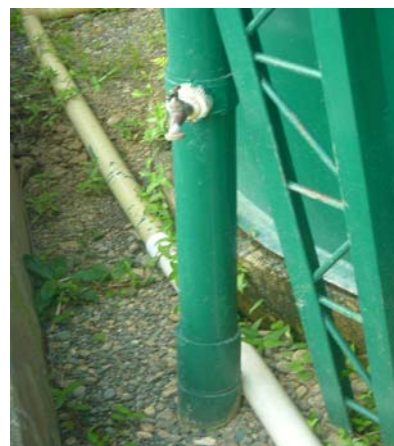



Imagen 2. Tomamuestras tubería de llenado de tanques de almacenamiento

6.1.3 *Válvula de drenado de los tanques de almacenamiento*

Si se controla permanentemente las condiciones en las cuales llega el agua a los tanques de almaceamiento, se está garantizando que en este punto se cumpla con el rango.



Imagen 2. Tomamuestras drenados tanques de almacenamiento

	RANGOS DE CONTROL EN PUNTOS DE MUESTREO		DIRECCION TECNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 3 DE 3

6.2.4 Tanque de almacenamientoN° 6

Durante el llenado de este tanque, hay que verificar constantemente las condiciones en que entra el agua y por medio del accionamiento de la bomba de postcloración se satisfecerá dichas condiciones.


6.2.5 Salida de la planta

Como planes de contingencia en este punto, si las condiciones ameritan el hecho de desechar el agua, es necesario restringir el suministro de agua al parque industrial y recuperar ésta agua en el tanque recuperador de aguas de retrolavado. Si no se detectó a tiempo el problema, se requiere proceder inmediatamente a hacer purga de hidrantes.



ANEXO D. PROCEDIMIENTOS

- D.1. Procedimiento de prueba de jarras
- D.2. Procedimiento de llenado y descarga del tanque de sedimentación
- D.3. Procedimiento de preparación y dosificación de químicos para la etapa de clarificación
- D.4. Procedimiento de preparación de solución de cloro y operación de la bomba para etapa de postcloración
- D.5. Procedimientos de análisis de agua tratada
- D.6. Procedimiento de drenado del tanque sedimentador
- D.7. Procedimiento de drenado de los tanques de almacenamiento
- D.8. Procedimiento de purga de hidrantes
- D.9. Procedimiento retrolavado de filtros
- D.10. Procedimiento de llenado de carro tanques
- D.11. Procedimiento de accionamiento de las bombas de distribución
- D.12. Procedimiento de limpieza de tanques
- D.13. Procedimiento de saneamiento de la red de distribución
- D.14. Procedimiento de desincrustación de la red de distribución
- D.15. Procedimiento de operación de la aspiradora
- D.16. Procedimiento de mantenimiento de la bomba de postcloración
- D.17. Procedimiento de limpieza y saneamiento de Filtros

	D.1 PROCEDIMIENTO DE PRUEBA DE JARRAS		DIRECCION TECNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 1 DE 13

1. OBJETIVOS

Determinar la dosis efectiva de cloro, floculante y coagulante para el tratamiento del agua cruda en la planta.

Analizar la velocidad de sedimentación que presenta una dosificación dada y por medio de varios ensayos establecer cual es la concentración de químicos que genera condiciones optimas en el proceso de clarificación del agua.

Establecer paso a paso la metodología empleada para realizar los cálculos con los cuales se establecen las cantidades de productos químicos a dosificar en una jarra, así como la preparación de las soluciones patrón.

Presentar ejemplos que permitan ejercitar al analista químico en la realización de dichas pruebas.

2. ALCANCE

Este procedimiento aplica para cualquier prueba que se realice con el agua bombeada del pozo, empleando como base del tratamiento del agua, la adición de cloro, coagulante y floculante.

3. FRECUENCIA

Se realizara este procedimiento de prueba de jarras UNA vez por semana; aumentará el número de pruebas si existen grandes variaciones en los parámetros de caracterización del agua cruda en un periodo de tiempo inferior a 5 días.


De igual forma, se llevara a cabo el presente procedimiento, si los resultados encontrados para el agua tratada en el tanque de sedimentación, no son satisfactorios al realizar el proceso de clarificación ya que es necesario establecer una nueva dosificación.

4. RESPONSABILIDAD

El analista químico de la planta, es el responsable de realizar la prueba de jarras para el agua cruda y de verificar la calidad del agua tratada una vez se aplique la dosificación de químicos establecida por esta prueba.

5. REQUISITOS GENERALES

5.1 La prueba de jarras deberá simular las operaciones de precloración, coagulación, floculación y sedimentación que se realiza en la planta de tratamiento de agua.

	PROCEDIMIENTO DE PRUEBA DE JARRAS		DIRECCION TECNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 2 DE 13

- 5.2 La dosis óptima deberá ser aquella que satisfaga los parámetros de agua potable, establecidos en el decreto 475 de 1998 del ministerio de salud, sin exceder la dosificación necesaria y con tiempos de sedimentación cortos.

6. MATERIALES Y REACTIVOS


- 1 equipo de jarras
- 1 Solución de cloro de concentración conocida
- 1 Solución de floculante de concentración conocida
- 1 Solución de coagulante de concentración conocida
- 1 Cronómetro
- Jeringas desechables



7. PROCEDIMIENTO

El procedimiento para llevar a cabo la prueba es el siguiente:


1. **Prueba de demanda de cloro:** Para conocer la concentración de cloro requerida en el tanque de sedimentación que satisfaga el proceso de clarificación del agua cruda, se lleva a cabo la prueba de demanda de cloro. La dosis encontrada será la empleada durante las pruebas de jarras. Se procede de la siguiente manera:
 - 1.1. Tomar 5 recipientes preferiblemente de vidrio y adicionar a cada uno de ellos un volumen exacto de 1 litro de agua cruda.
 - 1.2. Establecer una concentración de Cloro residual que permita cumplir con las funciones de control microbiológico, reacciones de oxidación y cloración en el tanque de sedimentación durante el proceso de clarificación.
 - 1.3. Agregar a cada recipiente, una volumen de solución de cloro conocido, variando las proporciones de manera creciente en aproximadamente un 5% de un recipiente al otro. Si se considera que este porcentaje se puede variar establecer un valor que sea conveniente.
 - 1.4. Agitar muy bien cada uno de los recipientes.
 - 1.5. Medir la concentración de Cloro residual en cada uno de los 5 ensayos realizados y comparar esta medición con el valor de concentración de cloro establecido inicialmente.
 - 1.6. En caso de que ninguno de los ensayos llevados a cabo concuerde con el valor de cloro residual establecido, modificar las dosificaciones de solución de cloro, hasta encontrar el valor deseado.
 - 1.7. Anotar los resultados en el Registro N° 4A.
 - 1.8. Lavar muy bien el instrumental empleado.

	PROCEDIMIENTO DE PRUEBA DE JARRAS		DIRECCION TECNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 3 DE 13

2. *Primer ensayo:* Lavar muy bien los vasos de precipitados de 1 litro en los cuales se realizarán las pruebas y enjuagar los mismos con agua cruda fresca.
3. Tomar dos vasos y adicionar a cada uno exactamente 1 litro de agua cruda .
4. Ubicarlos debajo de cada paleta de agitación.
5. Se da inicio a las pruebas, haciendo ensayos únicamente con dos jarras, una de las cuales corresponde a la jarra con la dosificación de productos químicos empleada actualmente en la planta, la segunda jarra tendrá la dosis de cloro establecida por la prueba de demanda de cloro con las dosis de coagulante y floculante de la primer jarra.
7. Anotar en el Registro N° 4, el volumen de solución de Cloro encontrado en la prueba de demanda y las dosis que serán empleadas en éstas dos primeras jarras.
8. Alistar los volúmenes de solución de cloro, coagulante y floculante que serán adicionados a cada una de las jarras. Emplear las jeringas plásticas.
9. Poner en marcha el agitador a una velocidad de 200 a 400 rpm. durante 5 segundos. Pasado este tiempo, continuar con la agitación y simultáneamente, activar el cronómetro y adicionar las soluciones a las dos jarras, en el siguiente orden: Primero el cloro, seguido del coagulante y finalmente el floculante, una solución detrás de la otra. Tener en cuenta, que la adición de los químicos debe ser al mismo tiempo en las dos jarras, para que las condiciones del ensayo sean simuladas igualmente en cada prueba.
10. Agitar durante 1 minuto.
11. Reducir la velocidad al grado seleccionado de agitación lenta (normalmente 40 rpm). Agitar durante 10 minutos más.

NOTA: Se debe procurar que el grado y tiempo de agitación iguallen las condiciones de operación de la planta.

12. Anotar cuánto tiempo transcurre antes de que se empiece a formar el floc en la hoja de registro N° 4.
13. Observar qué tan bien resiste éste, algo de agitación sin fragmentarse.
14. Una vez que transcurre el periodo de agitación (10 min), detener el agitador y anotar cuánto tiempo tarda en alcanzarse una sedimentación completa.
15. Después de alcanzarse la sedimentación completa, determinar el color y la turbiedad del sobrenadante (el líquido por encima del sedimento).
16. De igual forma, se debe determinar el cloro residual, pH, sólidos totales disueltos y si es necesario, los parámetros que se consideren sean de gran importancia para este análisis como lo son el hierro, la alcalinidad y la dureza. Todos los datos anotarlos en la hoja de Registro N° 4.
17. Si la dosificación empleada no es satisfactoria de acuerdo a las necesidades del proceso de clarificación, referirse al numeral 18. De lo contrario, continuar con el numeral 17.
18. Si la segunda jarra proporcionó mejores resultados que la primera, entonces, la dosis implementada puede efectuarse en la planta. Sin embargo, hay que tener en cuenta, que los resultados a escala no serán reflejados idénticamente en la operación en si.

	PROCEDIMIENTO DE PRUEBA DE JARRAS		DIRECCION TECNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 4 DE 13

19. *Segundo ensayo:* (Dos jarras). Proceder de la misma manera que en el primer ensayo, modificando únicamente la concentración de coagulante en la segunda jarra. Aumentar o disminuir dicha concentración, con el fin de obtener condiciones favorables de formación de floc y sedimentación.
20. Realizar cuantos ensayos sean necesarios para establecer la dosis de coagulante optima.
21. Si se requiere hacer más de dos jarras simultáneamente, especificar muy bien en la hoja de registro N° 4, las dosificaciones empleadas y las debidas observaciones.
22. Una vez conocida la dosis de coagulante óptima, comenzar con los ensayos para determinar la concentración adecuada de floculante.
23. Proceder de la misma forma en que se determinó la concentración de coagulante.
24. Depende del criterio del analista, las variaciones que se realicen de una jarra a otra. En cada ensayo se podrá jugar con las dosificaciones, sin olvidar los rangos de trabajo que las fichas técnicas de los productos establecen.

NOTA: Tener en cuenta, que para cada nuevo ensayo se perturba una sola variable y la jarra de referencia corresponderá inicialmente a aquella dosificación que actualmente se está implementado en la planta y posteriormente será, la jarra que presentó condiciones más favorables en cuanto a formación de floc y sedimentación, lo anterior teniendo como base la dosificación actualmente empleada en la planta.

8. PREPARACION DE SOLUCIONES PATRON DE PRODUCTOS QUIMICOS DE CLARIFICACIÓN

8.1. Solución patrón de Cloro

Nomenclatura empleada

Se empleará la siguiente nomenclatura para especificar las variables empleadas en la realización de los cálculos; la información contenida en paréntesis corresponde a las unidades manejadas.

X%: Porcentaje de Cloro en Hipoclorito de sodio

Y%_{Cloro}: Porcentaje en cloro que se desea la solución patrón

Z_{Cloro}: Concentración en ppm equivalente al Y%_{Cloro}


V_{Hipoclorito de Sodio}: Volumen de Hipoclorito de sodio

V_{Agua}: Volumen de agua

V_{Sln Cloro}: Volumen de solución de cloro (Y%_{Cloro})

Q: masa de cloro

ρ: Densidad del Hipoclorito de sodio

	PROCEDIMIENTO DE PRUEBA DE JARRAS		DIRECCION TECNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 5 DE 13

Se inicia el procedimiento de preparación, estableciendo la concentración que se desea para la solución patrón. Se tiene en cuenta, que ésta debe corresponder a una concentración que permita el manejar volúmenes fácilmente medibles, ya que concentraciones muy elevadas hará que las proporciones en volumen sean muy pequeñas y por lo tanto no se cuente con material volumétrico que permita tomar estas cantidades, o por el contrario, soluciones muy diluidas harán que los volúmenes a adicionar sean muy grandes y por lo tanto se tenga que trabajar con cantidades bastante considerables.

Entonces, se establece la concentración de la solución patrón de cloro.

$$\% = Y\%_{\text{Cloro}}$$

La concentración equivalente en ppm sería:

$$Z_{\text{Cloro}} (\text{ppm}) = 1.000.000 \text{ ppm} \times Y\%_{\text{Cloro}}$$

Como:

$$Z_{\text{Cloro}} (\text{ppm}) = Z_{\text{Cloro}} \left(\frac{\text{mg Cloro}}{\text{Litro de solución}} \right)$$

Y al multiplicar la concentración por el volumen de solución a preparar se determina la masa de cloro necesaria para obtener una solución al Y%, así:

$$Z_{\text{Cloro}} \left(\frac{\text{mg Cloro}}{\text{Litro de sln}} \right) \times V (\text{Litros de sln}) = Q_{\text{Cloro}} (\text{mg de Cloro})$$


Se transforma a gramos:

$$Q_{\text{Cloro}} (\text{mg de Cloro}) \times \frac{1 \text{g de Cloro}}{1000 \text{mg de Cloro}} = Q'_{\text{Cloro}} (\text{g de Cloro})$$

Como el producto químico con el cual se trabaja es Hipoclorito de sodio al X% en cloro, es necesario conocer la cantidad de producto que contiene los Q'_{Cloro} (g de Cloro) necesarios para preparar la solución:

$$Q'_{\text{Cloro}} (\text{g de Cloro}) \times \frac{100\% \text{ Hipoclorito de sodio}}{X\%_{\text{Cloro}}} = Q''_{\text{Hipoclorito de sodio}} (\text{g de Hipoclorito de sodio})$$

Como el producto se encuentra en estado líquido, se establece el volumen a tomar de la siguiente manera:

	PROCEDIMIENTO DE PRUEBA DE JARRAS		DIRECCION TECNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 6 DE 13

$$\frac{Q''_{\text{Hipoclorito de sodio}} (\text{g de Hipoclorito de sodio})}{\rho_{\text{Hipocloritodesodio}} \left(\frac{\text{g de Hipoclorito de sodio}}{\text{ml de Hipoclorito de sodio}} \right)} = V_{\text{Hipoclorito de sodio}} (\text{ml de Hipoclorito de sodio})$$

Para determinar la cantidad de agua a adicionar, basta con adicionar el Hipoclorito y adicionar tanta agua hasta completar el volumen de solución establecido.

Finalmente, se debe obtener que:

$$V_{\text{Hipoclorito de sodio}} (\text{ml de Hipoclorito de sodio}) + V_{\text{Agua}} (\text{ml de Agua}) = V_{\text{Soln Cloro}} (\text{ml de solución de cloro})$$

NOTA: Si se emplea Hipoclorito de sodio granulado se omiten los cálculos de obtener el volumen equivalente de éste producto. El volumen de agua a adicionar corresponderá a la cantidad de agua necesaria para completar el volumen de solución establecido y finalmente la relación sería:

$$Q''_{\text{Hipoclorito de sodio}} (\text{g de Hipoclorito de sodio}) + V_{\text{Agua}} (\text{ml de Agua}) = V_{\text{Soln Cloro}} (\text{ml de solución de cloro})$$

8.2. Solución patrón de Coagulante

Nomenclatura empleada

Se tiene en cuenta las siguientes abreviaciones:

$Y\%_{\text{Coagulante}}$: Porcentaje en coagulante que se desea la solución patrón

$Z_{\text{Coagualnte}}$: Concentración en ppm equivalente al $Y\%_{\text{Coagulante}}$

$V_{\text{Coagulante}}$: Volumen de Coagulante

V_{Agua} : Volumen de agua

$V_{\text{Soln Coagulante}}$: Volumen de solución de Coagulante ($Y\%_{\text{Coagulante}}$)

Q: masa de Coagulante

ρ : Densidad del Coagulante


Se inicia el procedimiento de preparación, estableciendo la concentración que se desea para la solución patrón. Tener en cuenta las mismas recomendaciones para seleccionar la concentración que se mencionó para la solución de Cloro.

Concentración de solución patrón de Coagulante:

$$\% = Y\%_{\text{Coagulante}}$$

La concentración equivalente en ppm es:

$$Z_{\text{Coagulante}} (\text{ppm}) = 1.000.000 \text{ ppm} \times Y\%_{\text{Coagulante}}$$

	PROCEDIMIENTO DE PRUEBA DE JARRAS		DIRECCION TECNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 7 DE 13

Como:

$$Z_{\text{Coagulante}} \text{ (ppm)} = Z_{\text{Coagulante}} \left(\frac{\text{mg Coagulante}}{\text{Litro de solución}} \right)$$

La masa de Coagulante necesaria para obtener una solución al Y%, sería:

$$Z_{\text{Coagulante}} \left(\frac{\text{mg Coagulante}}{\text{Litro de sln}} \right) \times V \text{ (Litros de sln)} = Q_{\text{Coagulante}} \text{ (mg de Coagulante)}$$

Expresando en gramos:

$$Q_{\text{Coagulante}} \text{ (mg de Coagulante)} \times \frac{1 \text{ g de Coagulante}}{1000 \text{ mg de Coagulante}} = Q'_{\text{Coagulante}} \text{ (g de Coagulante)}$$

Como el producto se encuentra en estado líquido, se establece el volumen a tomar de la siguiente manera:

$$\frac{Q''_{\text{Coagulante}} \text{ (g de Coagulante)}}{\rho_{\text{Coagulante}} \left(\frac{\text{g de Coagulante}}{\text{ml de Coagulante}} \right)} = V_{\text{Coagulante}} \text{ (ml de Coagulante)}$$

Para determinar la cantidad de agua a adicionar, basta con adicionar el Coagulante y adicionar tanta agua hasta completar el volumen de solución establecido.

Finalmente, se debe obtener que:

$$V_{\text{Coagulante}} \text{ (ml de Coagulante)} + V_{\text{Agua}} \text{ (ml de Agua)} = V_{\text{Coagulante}} \text{ (ml de solución de Coagulante)}$$

8.3. Solución patrón de Floculante

Nomenclatura empleada

Se tiene en cuenta las siguientes abreviaciones:

Y%Floculante : Porcentaje en Floculante que se desea la solución patrón


Z_{Floculante}: Concentración en ppm equivalente al Y%Floculante

V_{Floculante}: Volumen de Floculante

V_{Agua}: Volumen de agua

V_{Sln Floculante}: Volumen de solución de Floculante (Y%Floculante)

Q: masa de Floculante

	PROCEDIMIENTO DE PRUEBA DE JARRAS		DIRECCION TECNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 8 DE 13

Concentración de solución patrón de Floculante:

$$\% = Y\%_{\text{Floculante}}$$

La concentración equivalente en ppm es:

$$Z_{\text{Floculante}} (\text{ppm}) = 1.000.000 \text{ ppm} \times Y\%_{\text{Floculante}}$$

Como:

$$Z_{\text{Floculante}} (\text{ppm}) = Z_{\text{Floculante}} \left(\frac{\text{mg Floculante}}{\text{Litro de solución}} \right)$$

La masa de Floculante necesaria para obtener una solución al Y%, sería:

$$Z_{\text{Floculante}} \left(\frac{\text{mg Floculante}}{\text{Litro de sln}} \right) \times V (\text{Litros de sln}) = Q_{\text{Floculante}} (\text{mg de Floculante})$$

Expresando en gramos:

$$Q_{\text{Floculante}} (\text{mg de Floculante}) \times \frac{1\text{g de Floculante}}{1000 \text{ mg de Floculante}} = Q'_{\text{Floculante}} (\text{g de Floculante})$$

El volumen de agua a adicionar será el mismo que el volumen de solución.

Finalmente, se debe obtener que:


$$Q_{\text{Floculante}} (\text{g de Floculante}) + V_{\text{Agua}} (\text{ml de Agua}) = V_{\text{Floculante}} (\text{ml de solución de Floculante})$$

NOTA: Si se está trabajando con Floculante en estado líquido es necesario determinar el volumen del mismo para preparar la solución, así:

$$\frac{Q''_{\text{Floculante}} (\text{g de Floculante})}{\rho_{\text{Floculante}} \left(\frac{\text{g de Floculante}}{\text{ml de Floculante}} \right)} = V_{\text{Floculante}} (\text{ml de Floculante})$$

Finalmente, se debe obtener que:

$$V_{\text{Floculante}} (\text{ml de Floculante}) + V_{\text{Agua}} (\text{ml de Agua}) = V_{\text{Floculante}} (\text{ml de solución de Floculante})$$

	PROCEDIMIENTO DE PRUEBA DE JARRAS		DIRECCION TECNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 9 DE 13

9. EJEMPLOS:

9.1. Solución patrón de Cloro

Datos:

X%: 16% en Cloro

$V_{\text{Soln Cloro}}$: 100 ml

ρ : 1.22 g/ml

Se establece la concentración de la solución patrón de cloro.

$$Y\%_{\text{Cloro}} = 10\%$$

La concentración equivalente en ppm sería:

$$Z_{\text{Cloro}} (\text{ppm}) = 1.000.000 \text{ ppm} \times Y\%_{\text{Cloro}}$$

$$Z_{\text{Cloro}} (\text{ppm}) = 1.000.000 \text{ ppm} \times 10\% = 100.000 \text{ ppm}$$

Se determina la masa de cloro necesaria para obtener una solución al 10%, así:

$$Z_{\text{Cloro}} \left(\frac{\text{mg Cloro}}{\text{Litro de sln}} \right) \times V (\text{Litros de sln}) = Q_{\text{Cloro}} (\text{mg de Cloro})$$

$$100.000 \left(\frac{\text{mg Cloro}}{\text{Litro de sln}} \right) \times V (0.1 \text{ Litros de solución}) = 10.000 (\text{mg de Cloro})$$

Se transforma a gramos:


$$Q_{\text{Cloro}} (\text{mg de Cloro}) \times \frac{1 \text{ g de Cloro}}{1000 \text{ mg de Cloro}} = Q'_{\text{Cloro}} (\text{g de Cloro})$$

$$10.000 \text{ mg de Cloro} \times \frac{1 \text{ g de Cloro}}{1000 \text{ mg de Cloro}} = 10 \text{ g de Cloro}$$

La cantidad de producto que contiene los 10 g de Cloro necesarios para preparar la solución son:

$$Q'_{\text{Cloro}} (\text{g de Cloro}) \times \frac{100\% \text{ Hipoclorito de sodio}}{X\%_{\text{Cloro}}} = Q''_{\text{Hipoclorito de sodio}} (\text{g de Hipoclorito de sodio})$$

$$10 \text{ g de Cloro} \times \frac{100\% \text{ Hipoclorito de sodio}}{16\%_{\text{Cloro}}} = 62.5 \text{ g de Hipoclorito de sodio}$$

	PROCEDIMIENTO DE PRUEBA DE JARRAS		DIRECCION TECNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 10 DE 13

Como el producto se encuentra en estado líquido, se establece el volumen a tomar de la siguiente manera:

$$\frac{Q_{\text{Hipoclorito de sodio}} \text{ (g de Hipoclorito de sodio)}}{\rho_{\text{Hipoclorito de sodio}} \left(\frac{\text{g de Hipoclorito de sodio}}{\text{ml de Hipoclorito de sodio}} \right)} = V_{\text{Hipoclorito de sodio}} \text{ (ml de Hipoclorito de sodio)}$$

$$\frac{62.5 \text{ g de Hipoclorito de sodio}}{1.22 \left(\frac{\text{g de Hipoclorito de sodio}}{\text{ml de Hipoclorito de sodio}} \right)} = 51.23 \text{ ml de Hipoclorito de sodio}$$

Para determinar la cantidad de agua a adicionar, basta con adicionar el Hipoclorito y adicionar tanta agua hasta completar el volumen de solución establecido.

Finalmente, se debe obtener que:

$$V_{\text{Hipoclorito de sodio}} \text{ (ml de Hipoclorito de sodio)} + V_{\text{Agua}} \text{ (ml de Agua)} = V_{\text{Soln Cloro}} \text{ (ml de solución de cloro)}$$

$$51.23 \text{ ml de Hipoclorito de sodio} + 48.77 \text{ ml de Agua} = 100 \text{ ml de solución de cloro}$$

9.2 Solución patrón de Coagulante

Datos:

$Y\%_{\text{Coagulante}} : 10\%$

$V_{\text{Soln Coagulante}} : 100 \text{ ml}$

$\rho : 1.33 \text{ g/ml}$

Concentración de solución patrón de Coagulante:


$$Y\%_{\text{Coagulante}} = 10\%$$

La concentración equivalente en ppm es:

$$\begin{aligned} Z_{\text{Coagulante}} \text{ (ppm)} &= 1.000.000 \text{ ppm} \times Y\%_{\text{Coagulante}} \\ Z_{\text{Coagulante}} \text{ (ppm)} &= 1.000.000 \text{ ppm} \times 10\%_{\text{Coagulante}} = 100.000 \text{ ppm} \end{aligned}$$

La masa de Coagulante necesaria para obtener una solución al 10%, sería:

$$Z_{\text{Coagulante}} \left(\frac{\text{mg Coagulante}}{\text{Litro de sln}} \right) \times V \text{ (Litros de sln)} = Q_{\text{Coagulante}} \text{ (mg de Coagulante)}$$

	PROCEDIMIENTO DE PRUEBA DE JARRAS		DIRECCION TECNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 11 DE 13

$$100.000 \left(\frac{\text{mg Coagulante}}{\text{Litro de sln}} \right) \times 0.1 \text{ Litros de sln} = 10.000 \text{ mg de Coagulante}$$

Expresando en gramos:

$$10.000 \text{ mg de Coagulante} \times \frac{1 \text{ g de Coagulante}}{1000 \text{ mg de Coagulante}} = 10 \text{ g de Coagulante}$$

Como el producto se encuentra en estado líquido, se establece el volumen a tomar de la siguiente manera:

$$\frac{Q_{\text{Coagulante}} (\text{g de Coagulante})}{\rho_{\text{Coagulante}} \left(\frac{\text{g de Coagulante}}{\text{ml de Coagulante}} \right)} = V_{\text{Coagulante}} (\text{ml de Coagulante})$$

$$\frac{10 \text{ g de Coagulante}}{1.33 \left(\frac{\text{g de Coagulante}}{\text{ml de Coagulante}} \right)} = 7.52 \text{ ml de Coagulante}$$

Finalmente, se debe obtener que:

$$V_{\text{Coagulante}} (\text{ml de Coagulante}) + V_{\text{Agua}} (\text{ml de Agua}) = V_{\text{Coagulante}} (\text{ml de solución de Coagulante})$$

$$7.52 \text{ ml de Coagulante} + 92.48 \text{ ml de Agua} = 100 \text{ ml de solución de Coagulante}$$

9.3 Solución patrón de Floculante

Datos:

$Y_{\text{Floculante}} : 0.01\%$

$V_{\text{Sln Floculante}} : 100 \text{ ml}$


Concentración de solución patrón de Floculante:

$$Y_{\text{Floculante}} = 0.01 \%$$

La concentración equivalente en ppm es:

$$Z_{\text{Floculante}} (\text{ppm}) = 1.000.000 \text{ ppm} \times Y_{\text{Floculante}}$$

$$Z_{\text{Floculante}} (\text{ppm}) = 1.000.000 \text{ ppm} \times 0.01\%_{\text{Floculante}}$$

	PROCEDIMIENTO DE PRUEBA DE JARRAS		DIRECCION TECNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 12 DE 13

Como:

$$Z_{\text{Floculante}} \text{ (ppm)} = Z_{\text{Floculante}} \left(\frac{\text{mg Floculante}}{\text{Litro de solución}} \right)$$

La masa de Floculante necesaria para obtener una solución al 0.01%, sería:

$$Z_{\text{Floculante}} \left(\frac{\text{mg Floculante}}{\text{Litro de sln}} \right) \times V \text{ (Litros de sln)} = Q_{\text{Floculante}} \text{ (mg de Floculante)}$$

$$100 \left(\frac{\text{mg Floculante}}{\text{Litro de sln}} \right) \times 0.1 \text{ Litros de sln} = 10 \text{ mg de Floculante}$$

Expresando en gramos:

$$10 \text{ mg de Floculante} \times \frac{1 \text{ g de Floculante}}{1000 \text{ mg de Floculante}} = 0.01 \text{ g de Floculante}$$

El volumen de agua a adicionar será el mismo que el volumen de solución.

Finalmente, se debe obtener que:


$$0.01 \text{ g de Floculante} + 100 \text{ ml de Agua} = 10 \text{ ml de solución de Floculante}$$

10. DETERMINACION DEL VOLUMEN DE SOLUCIÓN PATRON QUE SATISFACE LA CONCENTRACIÓN DESEADA EN UNA JARRA

Para realizar un aprueba de jarras, es necesario establecer la concentración de cloro, coagulante y floculante con el cual se va a representar las condiciones de clarificación desde el momento en que se adicionan los productos químicos, hasta el momento en que se descarga el tanque de sedimentación (Tiempos de llenado y residencia). Por lo anterior, se requiere establecer cual es el volumen de solución patrón que hay que adicionar y que equivale a la concentración deseada en la jarra.

Por ejemplo, se requiere representar la siguiente dosis en la jarra:

Cloro: L ppm
 Coagulante: M ppm
 Floculante: N ppm

	PROCEDIMIENTO DE PRUEBA DE JARRAS		DIRECCION TECNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 13 DE 13

Nomenclatura empleada:

₁ Subíndice que corresponde a la solución patrón de producto químico

₂ Subíndice que corresponde a las condiciones de la jarra

C Concentración solución patrón

V Volumen de la solución o de la cantidad de agua que se va a tratar

Para cualquier producto se emplea la siguiente relación, en la cual se despeja el Volumen de solución patrón a adicionar (V_1) y se toma como dato C_2 la concentración L, M o N ppm según sea el producto:

$$V_1 C_1 = V_2 C_2$$

$$V_1 = \frac{V_2 C_2}{C_1}$$

11. EJEMPLO

Datos:

C_1 : 100.000 ppm

V_1 : ?

C_2 : 30 ppm

V_2 : 0.8 litros


Se aplica la relación mencionada anteriormente: $V_1 = \frac{V_2 C_2}{C_1}$

Reemplazando los valores dados, se obtiene:

$$V_1 = \frac{(0.8 \text{ litros})(30 \text{ mg / litro})}{100.000 \text{ mg / litro}} = 2.4 \times 10^{-4} \text{ litros}$$

Y en mililitros:

$$V_1 = 2.4 \times 10^{-4} \text{ litros} \times \frac{1000 \text{ ml}}{1 \text{ Litro}} = 0.24 \text{ ml de solución .}$$

	D.2 PROCEDIMIENTO DE LLENADO Y DESCARGA DEL TANQUE DE SEDIMENTACION		DIRECCION TECNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 1 DE 5

1. OBJETIVO

Establecer las condiciones en las cuales se procederá a realizar el llenado del tanque de sedimentación de una manera adecuada, teniendo en cuenta la demanda de agua que debe satisfacer la planta al parque industrial.

2. ALCANCE

Este procedimiento aplica para cualquier nivel de llenado del tanque, bajo dosificaciones de químicos establecidas previamente.

3. FRECUENCIA


Se realizara este procedimiento mínimo una vez por día, y se efectuará con mas frecuencia de acuerdo a la demanda que la planta presente en determinado momento. Se debe tener en cuenta, que necesariamente el tiempo entre el inicio del llenado y la descarga del tanque de sedimentación, no debe ser menor al tiempo requerido para llevar a cabo satisfactoriamente el proceso de clarificación del agua. (Tiempo de llenado y tiempo de residencia).

4. RESPONSABILIDAD

El operario de turno es el responsable de realizar el llenado y posterior descarga del tanque de sedimentación.

5. REQUISITOS GENERALES

- 5.1 El llenado del tanque de sedimentación se realizara de manera simultánea con la adición de químicos requeridos para el tratamiento del volumen de agua bombeado según la tabla de *Dosificación de químicos para la etapa de Clarificación*, Anexo 1.
- 5.2 Realizar el llenado del tanque solo cuando los tanques de almacenamiento se encuentren completamente llenos, si no se garantiza esta condición, es necesario establecer un volumen de llenado que requiera un tiempo de residencia equivalente al tiempo que tardarían los tanques de almacenamiento en desocuparse.

	PROCEDIMIENTO DE LLENADO Y DESCARGA DEL TANQUE DE SEDIMENTACION		DIRECCION TECNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 2 DE 5

6. PROCEDIMIENTO

6.1 LLENADO DEL TANQUE DE SEDIMENTACIÓN


6.1.1 Elección del nivel de referencia

Para escoger el nivel de referencia se tienen en cuenta los siguientes criterios:

1. El volumen de agua contenido en el tanque de sedimentación, debe ser inferior a 118.29 m³ , es decir, cuando el indicador de nivel marque una altura igual o superior a 7.0 metros.
2. Es necesario calcular que el volumen de agua a tratar, deberá garantizar la capacidad de almacenamiento disponible y de igual forma la cantidad de agua que durante el llenado de los tanques de reserva se requiera para el suministro de agua al parque.
3. El proceso de clarificación puede llevarse a cabo para cualquier volumen de agua, sin embargo no se justificaría realizar todo un procedimiento de clarificación si el volumen de agua a tratar es muy pequeño (Inferior a 50 m³) dado que no se alcanzaría a abastecer ni el 40% de la capacidad total de almacenamiento.
4. Teniendo en cuenta el enunciado anterior, queda a criterio del operario la elección del nivel de referencia para el llenado del tanque de sedimentación.

6.1.2 Alistamiento de productos químicos

1. Antes de llegar al valor que corresponde a la altura establecida de llenado del tanque de sedimentación, realizar la preparación y dosificación de los químicos, teniendo en cuenta la tabla N° 1 del procedimiento de *preparacion y dosificacion de quimicos para la etapa de clarificación*.
2. Después de preparados los químicos, ubicarlos en el lugar establecido para su dosificación al tanque de sedimentación, teniendo en cuenta, que la Bomba dosificadora N° 1 corresponde a la solución de cloro, y las bombas dosificadoras N° 2 y N° 3 para las soluciones de coagulante y floculante, respectivamente.
3. Verificar que las bombas dosificadoras se encuentren funcionando adecuadamente.
4. Esperar el tiempo necesario para que el nivel del agua contenido en el tanque sea el establecido para el llenado. Mientras tanto, completar el registro N° 5, Inventario de productos químicos de dosificación al tanque de sedimentación.
5. Apagar la bomba de filtración cuando se llegue al nivel elegido, accionando en el tablero de control N° 3 el swich Bomba de filtración y situándolo en el modo Bomba tanque auxiliar de almacenamiento.
6. Cerrar la válvula 1B de la zona de bombeo.

	PROCEDIMIENTO DE LLENADO Y DESCARGA DEL TANQUE DE SEDIMENTACION		DIRECCION TECNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 3 DE 5

6.1.3 Encendido de la bomba de llenado

1. Dirigirse al cuarto del pozo profundo donde se encuentra la Bomba de llenado
2. Situar el break dispuesto en el modulo contactor de energía en el modo ON.
3. Abrir la válvula que da paso al agua que es conducida a la planta y que se encuentra ubicado al lado izquierdo del modulo contactor de energía.
4. Entrar al cuarto de la bomba y cerciorarse de que los breaks de inicio del motor estén en OFF. Posteriormente, situarlos en el modo ON.
5. Verificar que el break del tablero de control de cortapicos se encuentre en el modo ON.
6. Oprimir el switch de inicio de marcha del motor. (Botón VERDE).
7. Después de llevar a cabo este procedimiento, dirigirse a la planta no sin antes cerrar y asegurar el cuarto donde esta la bomba.

NOTA: Antes de poner en marcha el motor de la bomba, se recomienda darle 5 giros al cardán de la bomba, lo anterior, con el fin de verificar que no presente ningún tipo de inconvenientes en el momento de entrar en marcha.

6.1.4 Operación en la planta


1. Tan pronto el agua llegue al tanque de sedimentación, accionar las bombas dosificadoras de químicos por medio del swich ubicado en el tablero de control N° 3, no sin antes haber verificado que las tres bombas se encuentren enchufadas.

RECOMENDACIÓN: Mientras un operario enciende la bomba llenado que genera la succión del pozo, otra persona está atenta a la llegada del agua al tanque, lo anterior es con el fin de garantizar que los procesos de llenado y dosificación se realicen de manera simultanea.

2. Esperar hasta que el tanque se llene completamente. Sistema de nivel en 0, base del tanque sedimentador.
3. Dar el tiempo de residencia necesario para permitir la sedimentación de los flocs formados, tener en cuenta la tabla de *Tiempos de llenado y tiempos residencia*, Anexo 2. Durante este tiempo, estar muy atentos de la operación del resto de la planta y diligenciar el registro N° 2, Protocolo de llenado.

6.1.5 Apagado de la bomba de llenado

1. Dirigirse al cuarto de la bomba de llenado.
2. Oprimir el switch de apagado del motor. (Botón ROJO).
3. Situar el break dispuesto en el modulo contactor de energía en el modo OFF.
4. Situar en el modo ON. los breaks del tablero de control.

	PROCEDIMIENTO DE LLENADO Y DESCARGA DEL TANQUE DE SEDIMENTACION		DIRECCION TECNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 4 DE 5

5. Cerrar la válvula de paso a la planta.
6. Después de llevar a cabo este procedimiento, dirigirse a la planta no sin antes cerrar y asegurar el cuarto donde esta la bomba.

6.2 DESCARGA DEL TANQUE DE SEDIMENTACION

1. Antes de realizar la descarga, drenar el tanque de sedimentación, de acuerdo con el procedimiento *Drenado del tanque de sedimentación* y retrolavar el filtro de arena siguiendo el procedimiento *Retrolavado de filtros*, numeral 6.1.
2. Asegurarse que la solución de cloro de postcloración esté preparada y lista para ser bombeada a través de la tubería que esta entre el filtro de arena y los tanques de almacenamiento en la zona de postcloración. Ver procedimiento de *Preparación de solución de cloro y operación de la bomba para etapa de postcloración*.
3. Cerciorarse que la válvula 5B (o 6B) esté abierta, de acuerdo a la bomba que se va a poner en uso.
4. Abrir la valvula 1B y posteriormente la válvula 2B (o 3B).
5. Encender la bomba de filtración N°1 (o N° 2), para dar paso al agua tratada a los tanques de almacenamiento.

6.3 LLENADO DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO

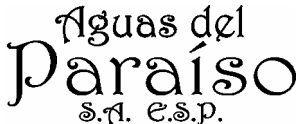
6.3.1 Tanques de almacenamiento N° 1, 2

1. Verificar que el residual de cloro en la tubería que conduce el agua a los tanques de almacenamiento se encuentre dentro del los rangos establecidos para los puntos de muestreo.
2. Si el residual de cloro no es el especificado, manipular la bomba de postcloración según el procedimiento establecido para este equipo.
3. Llenar el Registro N°1, Control de labores realizadas y completar el Registro N° 2, Protocolo de llenado.

6.3.2 Tanques de almacenamiento N° 1, 2

El llenado de estos tanques se realiza simultáneamente al llenado de los tanques de almacenamiento N° 1 y 2 y el nivel será el mismo durante todo el tiempo de llenado para éstos tres tanques. El Tanque N° 3 será quien abastecerá los tanques N° 4 y 5.


1. Abrir completamente la válvula que se encuentra en la parte superior del tanque de almacenamiento N° 3
2. Una vez el indicador de nivel ubicado en el tanque N° 5 se encuentre en 40 cm de la base del mismo, cerrar la válvula mencionada en el numeral 1.

	PROCEDIMIENTO DE LLENADO Y DESCARGA DEL TANQUE DE SEDIMENTACION		DIRECCION TECNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 5 DE 5

6.3.3 Tanque de almacenamiento N° 6

El lavado de éste tanque debe efectuarse una vez la alarma indique que éste está desocupado. Se llenará cuando haya garantía que el lavado esté completamente hecho.

1. Abrir la válvula 11A y posteriormente la válvula 9A.
2. Realizar el análisis de cloro para el agua que está ingresando.
3. Ajustar la bomba de postcloración si es necesario.
4. Dar el tiempo suficiente para que el tanque se llene completamente.
5. Cuando suene la alarma indicando que está lleno, cerrar la válvula 9A.
6. Cerrar la válvula 11A.

	D.3 PROCEDIMIENTO DE PREPARACION Y DOSIFICACION DE QUIMICOS PARA LA ETAPA DE CLARIFICACION		DIRECCION TECNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 1 DE 7

1. OBJETIVO

Preparar correctamente las soluciones de cloro, coagulante y floculante establecidas de acuerdo a la dosificación óptima encontrada por prueba de jarras y con las cuales se garantiza la adición de productos químicos durante todo el tiempo de llenado del tanque de sedimentación.

Establecer la metodología de cálculo para determinar la cantidad de producto a dosificar de acuerdo al volumen de agua a tratar.

Identificar cada una de las relaciones que permiten realizar la *tabla de dosificación de químicos para clarificación* implementada.

2. ALCANCE

Este procedimiento aplica para cualquier volumen de agua bombeado del pozo y conducido al tanque de sedimentación.

3. FRECUENCIA

Se realizara este procedimiento cada vez que se realice el llenado del tanque de sedimentación con fines de clarificación.


4. RESPONSABILIDAD

El operario de turno es el responsable de realizar la preparación y dosificación de químicos necesarios.

5. REQUISITOS GENERALES

5.1 Contar siempre con la tabla de *dosificación de químicos para la etapa de clarificación, anexo 1*, en el momento de realizar la preparación de los mismos.

5.2 Disponer de los utensilios necesarios para medir exactamente las cantidades requeridas de cloro, coagulante y floculante, independientemente del estado físico en que se encuentre el producto.

	PROCEDIMIENTO DE PREPARACION Y DOSIFICACION DE QUIMICOS PARA LA ETAPA DE CLARIFICACION		DIRECCION TECNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 2 DE 7


6. PROCEDIMIENTO

1. Establecer el nivel de llenado del tanque de sedimentación tal como se especificó en el procedimiento de *Llenado y descarga del tanque de sedimentación*, numeral 6.1.1.
2. Asegurar que la bomba de filtración sea apagada por medio del swich del tablero de control N° 1, lo anterior justo en el momento en que se alcance el nivel establecido.
3. Ir a la tabla de *dosificación de químicos para la etapa de clarificación, anexo 1*, y determinar la cantidad de cloro, coagulante y floculante necesarios para preparar las soluciones. La anterior tabla corresponde en este procedimiento a la tabla N° 1.
4. Preparar las soluciones de acuerdo a los valores de reportados leídos en la tabla.
5. Hacer mantenimiento de las bombas dosificadoras, limpiando la válvula de pie, el cheque de descarga y la tubería de conducción de químicos.
6. Llenar los siguientes registros:
 - ✓ Registro N° 5, Inventario de productos de dosificación al tanque de sedimentación.
 - ✓ Registro N° 2, Protocolo de llenado.
 - ✓ Registro N° 1, Control de labores realizadas.

Los gramos de floculante se disuelven en 10 litros de agua y se adiciona el VOLUMEN DE AGUA especificado para completar los litros de solución										
Tanque Sedimentador		QUIMICO PURO			VOLUMEN DE AGUA			VOLUMEN DE SOLUCION		
Altura (m)	Volumen de agua a tratar (m ³)	Cloro (Litros)	Coagulante (Litros)	Floculante (gramos)	Cloro (Litros)	Coagulante (Litros)	Floculante (Litros)	Cloro (Litros)	Coagulante (Litros)	Floculante (Litros)
10.0	394.32	24.11	10.38	7.89	15.23	0.00	16.84	39.34	10.38	26.84
9.5	374.60	22.91	9.86	7.49	14.47	0.00	15.50	37.37	9.86	25.50
9.0	354.88	21.70	9.34	7.10	13.70	0.00	14.15	35.41	9.34	24.15
8.5	335.17	20.50	8.82	6.70	12.94	0.00	12.81	33.44	8.82	22.81
8.0	315.45	19.29	8.30	6.31	12.18	0.00	11.47	31.47	8.30	21.47
7.5	295.74	18.09	7.78	5.91	11.42	0.00	10.13	29.51	7.78	20.13
7.0	276.02	16.88	7.26	5.52	10.66	0.00	8.79	27.54	7.26	18.79
6.5	256.31	15.67	6.74	5.13	9.90	0.00	7.44	25.57	6.74	17.44
6.0	236.59	14.47	6.23	4.73	9.14	0.00	6.10	23.60	6.23	16.10
5.5	216.87	13.26	5.71	4.34	8.38	0.00	4.76	21.64	5.71	14.76
5.0	197.16	12.06	5.19	3.94	7.61	0.00	3.42	19.67	5.19	13.42
4.5	177.44	10.85	4.67	3.55	6.85	0.00	2.08	17.70	4.67	12.08
4.0	157.73	9.65	4.15	3.15	6.09	0.00	0.74	15.74	4.15	10.74

Los gramos de floculante se disuelven en la cantidad de agua especificada como VOLUMEN DE SOLUCIÓN										
Tanque Sedimentador		QUIMICO PURO			VOLUMEN DE AGUA			VOLUMEN DE SOLUCION		
Altura (m)	Volumen de agua a tratar (m ³)	Cloro (Litros)	Coagulante (Litros)	Floculante (gramos)	Cloro (Litros)	Coagulante (Litros)	Floculante (Litros)	Cloro (Litros)	Coagulante (Litros)	Floculante (Litros)
3.0	118.29	7.23	3.11	2.37	4.57	0.00	0.00	11.80	9.66	8.05
2.5	98.58	6.03	2.59	1.97	3.81	0.00	0.00	9.84	8.05	6.71
2.0	78.86	4.82	2.08	1.58	3.05	0.00	0.00	7.87	6.44	5.37
1.5	59.15	3.62	1.56	1.18	2.28	0.00	0.00	5.90	4.83	4.03
1.0	39.43	2.41	1.04	0.79	1.52	0.00	0.00	3.93	3.22	2.68
0.5	19.72	1.21	0.52	0.39	0.76	0.00	0.00	1.97	1.61	1.34
0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabla 1. Dosificación de Químicos para el tanque de sedimentación.

	PROCEDIMIENTO DE PREPARACION Y DOSIFICACION DE QUIMICOS PARA LA ETAPA DE CLARIFICACION		DIRECCION TECNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 3 DE 7

6.1 DILUCIÓN DEL FLOCULANTE

1. Según la altura de referencia escogida, tomar la bolsita de floculante granulado correspondiente a esta altura.
2. En un recipiente plástico limpio, adicionar un volumen de 10 litros de agua.
3. Iniciar la agitación del agua haciendo uso de un tubo plástico y empezar a agregar el producto muy lentamente, evitando que se formen grumos en el agua.
4. Agitar un tiempo de alrededor 15 o 20 minutos, hasta lograr la completa homogenización de la solución.

NOTA: No se debe agregar toda la cantidad de floculante inmediatamente, la adición debe ser lenta, casi partícula por partícula, lo anterior garantiza una buena dispersión de producto en el agua y por lo tanto una buena preparación.

La solución resultante debe ser transparente totalmente y libre de grumos.


6.2. PREPARACIÓN DE LA SOLUCIÓN MADRE DE FOCULANTE

La solución madre de floculante, tendrá una concentración de 700 ppm. Se preparará de la siguiente forma:

1. Pesar 84 gramos de floculante granulado en un recipiente limpio y libre de humedad, haciendo las mediciones en 4 porciones de 21 gramos cada una.
2. En un recipiente plástico limpio, adicionar un volumen exacto de 30 litros de agua.
3. Iniciar la agitación del agua haciendo uso de un tubo plástico y empezar a agregar el producto de una pesada (21 gramos) muy lentamente, evitando que se formen grumos en el agua.
4. Agitar un tiempo de alrededor 15 o 20 minutos, hasta lograr la completa homogenización de la solución.
5. Realizar el mismo procedimiento con las otras porciones.
6. Al final la solución deberá contener 120 litros. Y será almacenada en un tambor de 200 litros destinado únicamente para el almacenamiento de éste producto.

7. CALCULOS PARA ESTABLECER LA TABLA DE DOSIFICACION DE QUIMICOS PARA CLARIFICACION

Para establecer la cantidad de productos químicos de clarificación, se emplea las siguientes definiciones:

	PROCEDIMIENTO DE PREPARACION Y DOSIFICACION DE QUIMICOS PARA LA ETAPA DE CLARIFICACION		DIRECCION TECNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 4 DE 7

h = Altura del tanque de sedimentación
 A = Área transversal del tanque de sedimentación
 D = Diámetro del tanque de sedimentación

7.1 Volumen de agua a tratar

V_x corresponde al volumen de agua a tratar en donde x será la altura de referencia que se lee en el tanque de sedimentación.

La siguiente expresión establece el dicho volumen:

$$V_x = \text{Base} \times \text{Altura}$$

$$V_x = \left(\frac{\pi D^2}{4} \right) \times h \quad [\text{m}^3]$$

7.2 Cantidad de productos químicos a emplear

7.2.1 Volumen de hipoclorito de sodio


Producto en Estado líquido

$$L \left(\frac{\text{mg}_{\text{Cloro}}}{\text{Litro}} \right) \times V_x (\text{m}^3) \times \left(\frac{1000 \text{ Litros}}{1 \text{ m}^3} \right) \times \left(\frac{100\% \text{ Hipoclorito de Sodio}}{X\%_{\text{Cloro}}} \right) = \text{mg}_{\text{Hipoclorito de sodio}}$$

$$\text{mg}_{\text{hipoclorito de sodio}} \times \left(\frac{1 \text{ g}_{\text{Hipoclorito de sodio}}}{1000 \text{ mg}_{\text{Hipoclorito de sodio}}} \right) \times \left(\frac{1}{\rho_{\text{Hipoclorito de sodio}} \left(\frac{\text{g}}{\text{ml}} \right)} \right) = V \text{ ml de hipoclorito de sodio}$$

Producto en estado granulado

$$L \left(\frac{\text{mg}_{\text{Cloro}}}{\text{Litro}} \right) \times V_x (\text{m}^3) \times \left(\frac{1000 \text{ Litros}}{1 \text{ m}^3} \right) \times \left(\frac{100\% \text{ Hipoclorito de Sodio}}{X\%_{\text{Cloro}}} \right) = \text{mg}_{\text{Hipoclorito de sodio}}$$

	PROCEDIMIENTO DE PREPARACION Y DOSIFICACION DE QUIMICOS PARA LA ETAPA DE CLARIFICACION		DIRECCION TECNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 5 DE 7

$$\text{mg hipoclorito de sodio} \times \left(\frac{1 \text{ g Hipoclorito de sodio}}{1000 \text{ mg Hipoclorito de sodio}} \right) = Q' \text{ (g de hipoclorito de sodio)}$$

7.2.2 Volumen de Coagulante

$$M \left(\frac{\text{mg Coagulante}}{\text{Litro}} \right) \times V_x \text{ (m}^3\text{)} \times \left(\frac{1000 \text{ Litros}}{1 \text{ m}^3} \right) \times \left(\frac{1 \text{ g Coagulante}}{1000 \text{ mg Coagulante}} \right) \times \left(\frac{1}{\rho_{\text{Coagulante}} \left(\frac{\text{g}}{\text{ml}} \right)} \right) = V_{\text{ml Coagulante}}$$

7.2.3 Volumen de Floculante

Producto en Estado líquido

$$N \left(\frac{\text{mg Floculante}}{\text{Litro}} \right) \times V_x \text{ (m}^3\text{)} \times \left(\frac{1000 \text{ Litros}}{1 \text{ m}^3} \right) = \text{mg de Floculante}$$

$$\text{mg Floculante} \times \left(\frac{1 \text{ g Floculante}}{1000 \text{ mg Floculante}} \right) \times \left(\frac{1}{\rho_{\text{Floculante}} \left(\frac{\text{g}}{\text{ml}} \right)} \right) = V \text{ ml de Floculante}$$


Producto en estado granulado

$$N \left(\frac{\text{mg Floculante}}{\text{Litro}} \right) \times V_x \text{ (m}^3\text{)} \times \left(\frac{1000 \text{ Litros}}{1 \text{ m}^3} \right) \times \left(\frac{1 \text{ g floculante}}{1000 \text{ mg floculante}} \right) = \text{mg de Floculante}$$

7.3 Volúmenes de solución a dosificar

7.3.1 Volumen de solución de cloro

Este volumen es el requerido para garantizar que durante todo el tiempo de llenado se adicione la cantidad de producto de clarificación.

	PROCEDIMIENTO DE PREPARACION Y DOSIFICACION DE QUIMICOS PARA LA ETAPA DE CLARIFICACION		DIRECCION TECNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 6 DE 7

$$V \text{ Sln de cloro} = Q_{\text{aforo de la bomba dosif. Cloro}} \times \left(\frac{1}{Q_{\text{Caudal de agua cruda a la entrada}}} \right) \times A_T \times h$$

Las unidades de la anterior expresión son:

$$V \text{ Litros Sln de cloro} = \left(\frac{\text{ml}}{\text{min}} \right) \times \left(\frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} \right) \left(\frac{1}{\frac{\text{m}^3}{\text{s}}} \right) \times \text{m}^2 \times \text{m}$$

7.3.2 Volumen de solución de coagulante

$$V \text{ Sln de Coagulante} = Q_{\text{aforo de la bomba dosif. Coag}} \times \left(\frac{1}{Q_{\text{Caudal de agua cruda a la entrada}}} \right) \times A_T \times h$$

Las unidades de la anterior expresión son:


$$V \text{ Litros Sln de Coagulante} = \left(\frac{\text{ml}}{\text{min}} \right) \times \left(\frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} \right) \left(\frac{1}{\frac{\text{m}^3}{\text{s}}} \right) \times \text{m}^2 \times \text{m}$$

7.3.3 Volumen de solución de Floculante

$$V \text{ Sln de Floculante} = Q_{\text{aforo de la bomba dosif. Flocul}} \times \left(\frac{1}{Q_{\text{Caudal de agua cruda a la entrada}}} \right) \times A_T \times h$$

Las unidades de la anterior expresión son:


$$V \text{ Litros Sln de Floculante} = \left(\frac{\text{ml}}{\text{min}} \right) \times \left(\frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} \right) \left(\frac{1}{\frac{\text{m}^3}{\text{s}}} \right) \times \text{m}^2 \times \text{m}$$

	PROCEDIMIENTO DE PREPARACION Y DOSIFICACION DE QUIMICOS PARA LA ETAPA DE CLARIFICACION		DIRECCION TECNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 7 DE 7

7.4 Volumen de agua

Para cada solución será la diferencia entre el Volumen de solución a dosificar y el producto si está en estado líquido.

Para productos granulados, el volumen de agua corresponderá al volumen de solución.

	D.4 PROCEDIMIENTO DE PREPARACIÓN DE SOLUCIÓN DE CLORO Y OPERACIÓN DE LA BOMBA PARA ETAPA DE POSTCLORACIÓN		DIRECCION TECNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 1 DE 2

1. OBJETIVOS

Preparar correctamente la solución de cloro de reforzamiento que se aplicara durante la etapa de Postcloración.

Graduar por medio de la bomba dosificadora, la cantidad de solución de cloro requerida por el agua tratada que va a ser almacenada.

2. ALCANCE

Se aplica este procedimiento al agua tratada que se dispone a ser almacenada en los tanques de reserva de la planta.

3. FRECUENCIA

Se realizara la preparación de la solución de cloro de postcloración cada vez que la solución dosificada alcance un nivel mínimo de 5 litros.

Se manipulará la bomba de postcloración, cada vez que se descargue el tanque de sedimentación y por lo tanto se requiera regular la demanda de cloro de acuerdo a las condiciones en las cuales viene el nuevo batch.

4. RESPONSABILIDAD

El operario de turno es el responsable de verificar que la bomba dosificadora de la solución de cloro este operando de manera adecuada, de tal forma, que satisfaga los requerimientos de cloro establecidos para el agua que se recolecta en los tanques de almacenamiento. Asimismo, cae bajo su responsabilidad la preparación de la solución de cloro de reforzamiento.


5. REQUISITOS GENERALES

Mantener siempre la bomba dosificadora encendida, exceptuando los casos en los cuales se suministre agua a carrotanques directamente del tanque de sedimentación.

6. PROCEDIMIENTO

6.1 SOLUCION DE CLORO GRANULADO

1. Pesar 300 g de cloro granulado.
2. Adicionar esta cantidad a un volumen de 40 litros de agua tratada. Agitar y mezclar bien haciendo uso del sistema de agitación implementado para dicho fin. Encender este sistema accionando el segundo breake (de derecha a izquierda) de la caja de energía ubicado al lado derecho en el fondo del cuarto de bombas.

	PROCEDIMIENTO DE PREPARACIÓN DE SOLUCIÓN DE CLORO Y OPERACIÓN DE LA BOMBA PARA ETAPA DE POSTCLORACIÓN		DIRECCION TECNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 2 DE 2


3. Completar el registro N° 5, Inventario de productos de dosificación al tanque de sedimentación. De igual forma llenar el registro N° 1, Control de labores realizadas.

6.2 SOLUCION DE CLORO LÍQUIDO

1. Medir 4 litros de cloro líquido.
2. Adicionar al anterior volumen la cantidad de agua necesaria para completar un volumen de 40 litros, es decir, 36 litros de agua.
3. Homogenizar con ayuda de una vara de madera limpia la solución resultante.
4. Completar el registro N° 5, Inventario de productos de dosificación al tanque de sedimentación. De igual forma llenar el registro N° 1, Control de labores realizadas.

6.3 OPERACIÓN DE LA BOMBA DE POSTCLORACIÓN

1. Hacer el mantenimiento de la bomba de postcloración, limpiando la válvula de pie, el cheque de descarga y la tubería de conducción de químicos. Este procedimiento hay que efectuarlo cuando no se esté descargando el tanque de sedimentación, es decir, durante el tiempo de llenado o el tiempo de residencia.
2. Ubicar el selector de pulsaciones en el nivel máximo y el dial de dosificación al 20%.
3. Verificar que el residual de cloro en la tubería de llenado de los tanques de almacenamiento se encuentre dentro del rango establecido según el procedimiento *Rangos de control en los puntos de muestreo*.
4. Si el residual de cloro está por debajo de este rango, incrementar el dial de dosificación un 5% y dar un tiempo prudencial, para analizar si el incremento fue satisfactorio y el agua se encuentra dentro del rango establecido en cloro.
5. Repetir el punto 4 hasta lograr que el valor de cloro residual sea el estipulado.
6. Si por el contrario, al realizar la medición de cloro residual se obtiene un valor superior al rango, proceder en sentido contrario.
7. Cuando se establezca la operación de la bomba, apuntar en el registro N° 3, Análisis en cada punto de muestreo, las condiciones en las cuales se encuentra la planta.

	D.5 PROCEDIMIENTOS DE ANALISIS DE AGUA TRATADA		DIRECCION TECNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 1 DE 10

1. OBJETIVO

Establecer la metodología llevada a cabo en la realización de los análisis de agua tratada que es suministrada al parque industrial.

2. ALCANCE

Este procedimiento aplica a los métodos de análisis fisicoquímicos que se realizan al agua tratada por AGUAS DEL PARAISO.

3. FRECUENCIA

Análisis de Cloro residual y pH

Se realizará este procedimiento al agua tratada *cada 15 minutos* si hay perturbaciones que estén afectando el sistema; la frecuencia será *cada hora*, si se está estableciendo la regularidad en la planta y finalmente *cada hora y media* si se presenta una estabilidad en la misma.

Análisis de Hierro total, alcalinidad, dureza

1 VEZ POR DÍA se realizarán los análisis de éstos parámetros, al determinarse el tiempo máximo en el cual no hay variación considerable de estos parámetros, se llevaran a cabo éstos análisis según se establezca.

Análisis de Color, turbidez y sólidos suspendidos. Análisis de olor, sabor y sólidos flotantes (Condiciones organolépticas)


Durante el día, para cada batch de agua tratada que sale de la planta, al igual que cada 3 horas para analizar como son las condiciones de operación de los filtros de arena y carbón y determinar si es necesario o no efectuar el respectivo retrolavado.

4. RESPONSABILIDAD

El operario encargado de la planta durante el turno, es el responsable de realizar los análisis fisicoquímicos al agua tratada, para verificar si cumple con los parámetros establecidos por norma y a su vez para llevar un seguimiento de las condiciones en las cuales se esta proporcionando el agua tratada al parque industrial.

5. REQUISITOS GENERALES

5.1 El agua tratada debe presentar aspecto limpio, libre de cuerpos extraños, insectos y sedimentos ni materiales en suspensión que no correspondan a las características de la misma.

	PROCEDIMIENTOS DE ANALISIS DE AGUA TRATADA		DIRECCION TECNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 2 DE 10

5.2 De igual forma no debe presentar color, sabor y olores extraños, que no le confieran al agua los requerimientos de calidad establecidos.

6. REQUISITOS ESPECIFICOS DEL AGUA TRATADA

El agua de Elaboración debe cumplir con los requisitos fisicoquímicos establecidos en tabla 1.

CARACTERISTICAS	RANGO DE ACEPTABILIDAD
Dureza Total (CaCO ₃)	160 ppm. Máx.
Alcalinidad Total (M)	100 ppm Máx.
pH	6.5 - 9.0
Cloro Libre	0.2 - 1.0 ppm.
Hierro Total	0.3 ppm. Máx.
Conductividad	50 - 1000 microohms/cm
Turbiedad	≤ 5 Unidades nefelométricas de turbidez (UNT)
Color Verdadero	≤ 15 Unidades de Platino Cobalto (UPC)
Olor y sabor	Aceptable
Sólidos Totales	≤ 500 mg/L
Sustancias Flotantes	Ausentes

Tabla 1. Requisitos específicos para agua tratada

7. PROCEDIMIENTO

7.1 ANALISIS FISICOQUÍMICOS DEL AGUA TRATADA


7.1.1 DETERMINACION DEL pH

Definición

La medida del pH es una de las medidas más importantes. El termino pH es usado para expresar la intensidad de la condición ácida o alcalina de una solución e indica la actividad del ión mas que su concentración. Durante el tratamiento del agua cruda, es necesario trabajar en el rango adecuado de pH, ya que los químicos dosificados requieren que se apliquen dentro de un valor establecido.

Materiales y Reactivos (Primer método)

- 1 equipo de pruebas
- 1 Frasco de reactivo (ROJO FENOL)

	PROCEDIMIENTOS DE ANALISIS DE AGUA TRATADA		DIRECCION TECNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 3 DE 10

Técnica

1. En el punto en donde se va a tomar la medición, enjuagar muy bien la placa plástica tres veces con el agua que va a ser analizada.
2. Llenar la probeta derecha de la placa plástica, hasta el nivel indicado por la línea negra.
3. Adicionar 5 gotas del reactivo al agua.
4. Tapar la placa plástica.
5. Agitar hasta lograr la unificación del color en toda la muestra.
6. Comparar la escala colorimétrica que posee la placa, con la muestra obtenida.
7. Establecer como medición, el valor que corresponde a la misma coloración tanto para la muestra como para la escala.
8. Lavar la placa plástica después de registrar el valor de la medición, en la planilla correspondiente.
9. Anotar los resultados obtenidos en el Registro N° 3, Análisis en cada punto de muestreo.



Imagen 1. Kit de medición de pH

Materiales y Reactivos (Segundo método)

Cintas para pH

Técnica


1. Tomar en un recipiente y enjuagarlo muy bien con la muestra a analizar.
2. Adicionar una cantidad de agua equivalente a unos 30 ml de muestra.
3. Introducir una de las cintas para pH dentro del agua.
4. Esperar unos segundos hasta que la tira se empape muy bien, ésta cambiara de coloración.
5. Comparar con los patrones dispuestos en el empaque de las tiras.
6. Realizar la respectiva lectura y apuntar el la hoja de Registro N° 3.



Imagen 2. Cintas para pH

NOTA: Este método arroja un valor aproximado de la medición. Se emplearía como forma de comparación para otro método empleado.

Emplear en casos donde no se disponga de reactivo de Rojo fenol en la planta.

	PROCEDIMIENTOS DE ANALISIS DE AGUA TRATADA		DIRECCION TECNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 4 DE 10

Materiales y Reactivos (Tercer método)

Colorímetro DR 890 Marca HACH

Celdas de muestras

Reactivo de Rojo fenol

Técnica

1. Llenar una celda de muestra con 10 ml del agua de análisis.
2. Encender el colorímetro oprimiendo la techa EXIT.
3. Para entrar al programa de pH , presionar las teclas PRGM , 75, ENTER.
4. Ubicar la celda en el lector del colorímetro.
5. Tapar la celda con la tapa del equipo.
6. Presionar la tecla ZERO.
7. A la misma celda adicionar 5 gotas del reactivo rojo fenol.
8. Agitar muy bien la solución de la celda e introducirla de nuevo en el equipo. Tapar muy bien.
9. Oprimir la tecla READ.
10. Registrar el valor del pH en el formato de Registro N° 15.



Imagen 3. Colorímetro HACH

7.1.2 DETERMINACION DE CLORO LIBRE Y CLORO TOTAL


Definición

El cloro es el desinfectante de agua más comúnmente usado en aplicaciones que varían desde la higienización del agua potable y residual, piscinas y balnearios, hasta el procesado y esterilización de los alimentos.

El cloro presente en el agua se aglutina con las bacterias, dejando solo una parte de la cantidad original (cloro libre) para continuar su acción desinfectante. Si el nivel de cloro libre no es el que corresponde al pH , el agua tendrá un olor y sabor desagradables y el potencial desinfectante del cloro se verá disminuido.

El cloro libre reacciona con los iones de amoníaco y compuestos orgánicos hasta formar compuestos de cloro que dan como resultado una disminución de su capacidad desinfectante si la comparamos con el cloro libre.

Los compuestos de cloro junto con las cloraminas forman el cloro combinado. El conjunto de cloro combinado y cloro libre da como resultado el cloro total. Mientras que el cloro libre tiene

	PROCEDIMIENTOS DE ANALISIS DE AGUA TRATADA		DIRECCION TECNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 5 DE 10

un potencial desinfectante superior, el cloro combinado tiene una mayor estabilidad y una menor volatilidad.

Materiales y Reactivos

- 1 equipo de pruebas
- 1 Frasco de reactivo (ORTOTOLIDINA)

Técnica

Determinación de Cloro Libre


1. En el punto en donde se va a tomar la medición, enjuagar muy bien el equipo de prueba tres veces con el agua que va a ser analizada.
2. Llenar con agua el tubo de prueba para e cloro hasta la línea indicada.
3. Adicionar 5 gotas del reactivo al agua.
4. Tapar el tubo de prueba e invertirlo varias veces para mezclar.
5. Comparar el tubo de prueba con sus respectivos colores normales.
6. Establecer como medición, el valor que corresponde a la misma coloración tanto para la muestra como para la escala.
7. Registrar la medición en las planillas correspondientes.
8. Enjuagar muy bien el equipo de prueba después de cada uso.
9. Anotar los resultados obtenidos en el Registro N° 3, Análisis en cada punto de muestreo



Imagen 4. Kit de medición de Cloro

Determinación de Cloro total

1. Proceder de igual forma que los pasos 1 hasta 5 del procedimiento para la determinación de cloro libre.
2. Esperar alrededor de 3 minutos y establecer como medición de cloro total el valor que corresponde a la misma coloración tanto para la muestra como para la escala.
3. Lavar la placa plástica después de registrar el valor de la medición, en la planilla correspondiente.
4. Anotar los resultados obtenidos en el Registro N° 3, Análisis en cada punto de muestreo

	PROCEDIMIENTOS DE ANALISIS DE AGUA TRATADA		DIRECCION TECNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 6 DE 10

7.1.3 DETERMINACION DE HIERRO TOTAL (hierro (II) + hierro (III))

Definición

Todo los iones de hierro se reducen con cloruro de hidroxilamonio dando iones de hierro (II). Esto en medio amortiguado, forman con 2,2'-bipiridina un complejo rojo. La concentración de hierro se determina semicuantitativamente por comparación visual del color de la solución de medición con las zonas de color de una probeta.

Materiales y reactivos

Colorímetro DR 890 Marca HACH

Celdas de muestras

Agua destilada

Sobre de reactivo (Ferover Iron phenantroline)



Imagen 5. Sobres de reactivos (Iron phenantroline)


Técnica

1. Llenar una celda de muestra con 10 ml del agua de análisis.
2. Encender el colorímetro oprimiendo la techa EXIT.
3. Para entrar al programa de *Hierro total* , presionar las teclas PRGM , 33, ENTER.
4. Ubicar la celda en el lector del colorímetro.
5. Tapar la celda con la tapa del equipo.
6. Presionar la tecla ZERO.
7. A la misma celda adicionarle el contenido del sobre. (Reactivo)
8. Presionar las teclas TIMER, ENTER.
9. Agitar muy bien la solución de la celda e introducirla de nuevo en el equipo. Tapar muy bien.
10. Una vez se cumpla con los 3 minutos de digestión programados, sonará un pito 4 veces, después de este tiempo, oprimir la tecla READ.
11. Registrar los valores en el formato de Registro N° 15.

7.1.4 DETERMINACION DE COLOR REAL Y APARENTE

Definición

En la naturaleza no existen aguas incoloras, aunque a pequeña profundidad lo puedan parecer. La coloración del agua puede ser debida a materias orgánicas e inorgánicas disueltas en disolución coloidal. El color del agua tiene importancia desde el punto de vista higiénico, ya que es un indicativo de donde procede el agua.

	PROCEDIMIENTOS DE ANALISIS DE AGUA TRATADA		DIRECCION TECNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 7 DE 10

Materiales y reactivos

Colorímetro DR 890 Marca HACH
Celdas de muestras
Agua destilada

Técnica

1. Llenar una celda de muestra con 25 ml de agua destilada.
2. Adicionar a la otra celda de muestra 25 ml del agua de análisis.
3. Encender el colorímetro oprimiendo la techa EXIT.
4. Para entrar al programa de *Color*, presionar las teclas PRGM , 19 , ENTER.
5. Ubicar el blanco (agua destilada) en el lector del colorímetro.
6. Tapar la celda con la tapa del equipo.
7. Presionar la tecla ZERO.
8. Sustituir el blanco por la muestra a analizar.
9. Presionar READ.
10. Registrar los valore en el formato de Registro N° 15.

7.1.5 DETERMINACION DE TURBIDEZ

Definición


La turbidez se define como una mezcla que oscurece o disminuye la claridad natural o transparencia del agua, o, en términos más técnicos, como una expresión de la propiedad óptica que causa que la luz se disperse y absorba en lugar de transmitirse en línea recta a través del agua. Es producida por materias en suspensión, como arcilla, cieno o materias orgánicas e inorgánicas finamente divididas, compuestos orgánicos solubles coloreados, plancton y otros microorganismos; tales partículas varían en tamaño desde 0,1 a 1.000 nm (nanómetros) de diámetro.

Materiales y reactivos

Colorímetro DR 890 Marca HACH
Celdas de muestras
Agua destilada

Técnica

1. Llenar una celda de muestra con 10 ml de agua destilada.
2. Adicionar a la otra celda de muestra 10 ml del agua de análisis.
3. Encender el colorímetro oprimiendo la techa EXIT.
4. Para entrar al programa de *Turbidez*, presionar las teclas PRGM , 95 , ENTER.
5. Ubicar el blanco (agua destilada) en el lector del colorímetro.

	PROCEDIMIENTOS DE ANALISIS DE AGUA TRATADA		DIRECCION TECNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 8 DE 10

6. Tapar la celda con la tapa del equipo.
7. Presionar la tecla ZERO.
8. Sustituir el blanco por la muestra a analizar.
9. Presionar READ.
10. Registrar los valore en el formato de Registro N° 15.

7.1.6 DETERMINACION DE SABOR

Definición

Es bastante subjetivo, pero normalmente el sabor va en función de las sales. El límite de NaCl es de 300-400 mg, y el de sulfato de calcio de 500-600 mg. El sabor también va a depender de la temperatura, la temperatura ideal es de 7 a 11° para que resulte agradable.

Técnica

1. Lavar muy bien el recipiente de vidrio en el cual se va a tomar la muestra.
2. Enjuagarlo con el agua de análisis.
3. Tomar una muestra.
4. Llevar a la boca una pequeña porción de agua y catar su sabor.
5. Anotar como *Aceptable o No aceptable* en el registro N° 15.


7.1.7 DETERMINACION DE OLOR

Definición

Las aguas potables son inoloras, pero pueden tener cierto olor por desarrollo de microorganismos, contaminación cloacal, contaminación por residuos industriales. El agua puede oler a petróleo o moho y se debe investigar su procedencia.

Técnica

1. Lavar muy bien el recipiente de vidrio en el cual se va a tomar la muestra.
2. Enjuagarlo con el agua de análisis.
3. Tomar una muestra.
4. Acercar el recipiente a la nariz y notar que agua presenta el agua.
5. Anotar como *Aceptable o No aceptable* en el registro N° 15.

	PROCEDIMIENTOS DE ANALISIS DE AGUA TRATADA		DIRECCION TECNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 9 DE 10

7.1.8 DETERMINACION DE ALCALINIDAD

Definición

La alcalinidad del agua es la capacidad para neutralizar ácidos y constituye la suma de todas las bases titulables.

La alcalinidad de muchas aguas depende primordialmente del contenido en carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos, por lo que suele tomarse como una indicación de la concentración de estos componentes.

La alcalinidad se determina por valoración directa de la muestra de agua con una solución de ácido sulfúrico empleando como indicador una solución mixta de verde bromocresol y metilnaranja que al reaccionar con los carbonatos y bicarbonatos, toma una coloración verdosa.

Materiales y reactivos

- 1 Frasco de indicador mixto. Reactivo N° 1
- 1 Frasco de solución valorante. Reactivo N° 2
- 1 beaker de 5 ml. Celda de análisis



Imagen 5. Kit de alcalinidad

Técnica

1. Enjuagar la celda de análisis con el agua a analizar.
2. Adicionar el agua hasta el enrase (5 ml).
3. Adicionar 2 gotas de reactivo N° 1 (Indicador), la solución toma una coloración verdosa.
4. Adicionar gota a gota el reactivo N° 2 (Solución valorante) y agitar constantemente hasta viraje de color a color rojo permanente.
5. Determinar la alcalinidad basados en la siguiente fórmula:

$$\text{Alcalinidad Total (ppm CaCO}_3\text{)} = \text{N}^\circ \text{ Gotas adicionadas de reactivo N}^\circ 2 \times 11.92$$


7.1.9 DETERMINACION DE DUREZA TOTAL

Definición

La dureza del agua está condicionada por el contenido de sales de metales alcalinotérreos calcio, magnesio, estroncio y bario, los dos últimos en trazas. La indicación de la dureza del agua se refiere solamente al calcio, esto es, que también el contenido de los iones magnesio se exprese como contenido en calcio.

La valoración se realiza con una solución de EDTA que reacciona con las sales de calcio y magnesio.

El indicador de negro ericromo en presencia de sales de calcio y magnesio reacciona formando un compuesto de color rojo y el viraje es de coloración azul.

	PROCEDIMIENTOS DE ANALISIS DE AGUA TRATADA		DIRECCION TECNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 10 DE 10

Materiales y reactivos

- 1 Frasco de indicador mixto. Reactivo N° 1
- 1 Frasco de solución valorante. Reactivo N° 2
- 1 beaker de 5 ml. Celda de análisis



Imagen 6. Kit de dureza

Técnica

1. Enjuagar la celda de análisis con el agua a analizar.
2. Adicionar el agua hasta el enrase (5 ml).
3. Adicionar 2 gotas de reactivo N° 1 (Indicador), la solución toma una coloración verdosa.
4. Adicionar gota a gota el reactivo N° 2 (Solución valorante) y agitar constantemente hasta viraje de color a color azul permanente.
5. Determinar la dureza total basados en la siguiente fórmula:

$$\text{Dureza Total (ppm CaCO}_3\text{)} = \text{N}^\circ \text{ Gotas adicionadas de reactivo N}^\circ 2 \times 7.92$$

7.1.10 DETERMINACION DE SÓLIDOS SUSPENDIDOS

Definición

Materiales y reactivos

- Colorímetro DR 890 Marca HACH
- Celdas de muestras
- Licuada
- Cronómetro
- Agua destilada

Técnica

1. Llenar una celda de muestra con 25 ml de agua destilada.
2. Tomar 500 ml del agua de análisis y licuar un tiempo exacto de 2 minutos.
3. Encender el colorímetro oprimiendo la techa EXIT.
4. Para entrar al programa de *sólidos suspendidos*, presionar las teclas PRGM, 94, ENTER.
5. Ubicar el blanco (agua destilada) en el lector del colorímetro.
6. Tapar la celda con la tapa del equipo.
7. Presionar la tecla ZERO.
8. Sustituir el blanco por la muestra a analizar una vez se haya dado los dos minutos de licuado.
9. Presionar READ.
10. Registrar el valor correspondiente en el formato de Registro N° 15.

	D.6 PROCEDIMIENTO DE DRENADO DEL TANQUE SEDIMENTADOR		DIRECCION TECNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 1 DE 2

1. OBJETIVO

Garantizar que los lodos depositados en el fondo del tanque de sedimentación sean retirados una vez se complete el tiempo de residencia.

2. ALCANCE

Se aplica este procedimiento únicamente para el drenado del tanque de sedimentación.

3. FRECUENCIA

Se realizara este procedimiento, cada vez que se descargue el tanque de sedimentación después de darse el tiempo de residencia necesario para la clarificación.

4. RESPONSABILIDAD

El operario de turno es el responsable de realizar este procedimiento.

5. REQUISITOS GENERALES

- 5.1 Efectuar este procedimiento, cuando no se este dosificando al tanque de sedimentación los químicos respectivos, ni se esté en tiempo de residencia.
- 5.2 No drenar, si el nivel de agua en el tanque de sedimentación es bajo y no se ha alcanzado el máximo nivel en los tanques de almacenamiento.
- 5.3 No se debe estar bombeando agua del pozo, cuando se esta drenando el tanque.


6. PROCEDIMIENTO

1. Antes de proceder a realizar el drenado del tanque de sedimentación, verificar que se ha dado el tiempo de residencia necesario para sedimentar los flocs formados durante el proceso de clarificación del agua.
2. Cerciorarse que la bomba de succión del pozo y la bomba de filtración en operación, se encuentren apagadas.
3. Abrir la válvula 1C del tanque sedimentador.



Aguas del Paraíso <small>S.A. E.S.P.</small>	PROCEDIMIENTO DE DRENADO DEL TANQUE SEDIMENTADOR		DIRECCION TECNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 2 DE 2

4. De acuerdo a la coloración que presente el agua que esta saliendo del tanque, dar el tiempo necesario para obtener un agua cristalina.
5. Abrir la válvula 2C y de igual forma dar el tiempo necesario para obtener un agua cristalina. Completar la hoja de Registro N° 1, Control de labores realizadas.

	D.7 PROCEDIMIENTO DE DRENADO DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO		DIRECCION TECNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 1 DE 2

1. OBJETIVO

Garantizar que cualquier sedimento depositado durante el tiempo de residencia del agua en los tanques de almacenamiento, sea retirado mediante la aplicación de este procedimiento.

2. ALCANCE

Se aplica este procedimiento a cualquiera de los tanques de almacenamiento, dispuestos en la planta para dicho fin.

3. FRECUENCIA

Se realizará este procedimiento una vez por turno.

4. RESPONSABILIDAD

El operario de turno es el responsable de llevar a cabo el drenado de los tanques de almacenamiento.

5. REQUISITOS GENERALES

Asegurar que cuando se vaya a drenar los tanques, haya un nivel de agua adecuado dentro de los mismos.

No drenar cuando se esté dando tiempo de residencia en el tanque de sedimentación, ya que es necesario contar con la capacidad neta de los tanques de almacenamiento para abastecer al parque de agua durante el tiempo de clarificación.

6. PROCEDIMIENTO

1. Tan pronto se considere necesario, abrir la válvula que se encuentra en la parte inferior de los tanques de almacenamiento. (Válvulas 3A, 4A, 5A, 6A Y 7A).
2. Dar el tiempo necesario para lograr que el agua salga cristalina.
3. Ayudarse de un recipiente de vidrio, con el cual, se



Imagen 1. Válvula de drenado 3A.


Aguas del Paraíso S.A. E.S.P.	PROCEDIMIENTO DE DRENADO DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO		DIRECCION TECNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 2 DE 2

4. toman muestras y se observa si las condiciones son las deseadas.
5. De ser así, cerrar la válvula.
6. Completar la hoja de Registro N° 1, Control de labores realizadas.

NOTA: Los drenados de los tanques de almacenamiento, se llevan a cabo uno por uno.



Imagen 2. Válvula de drenado 6A.

	D.8 PROCEDIMIENTO DE PURGA DE HIDRANTES		DIRECCION TECNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 1 DE 2

1. OBJETIVO

Retirar los sedimentos que se van depositando en ciertos tramos de la tubería de la red de distribución, removiéndolos al accionar la válvula del hidrante.

2. ALCANCE

Se aplica este procedimiento a todos los hidrantes ubicados en el Parque Industrial.

3. FRECUENCIA

Se realizara este procedimiento cada 24 HORAS a los hidrantes N° 1 Y 2 (Vincorte e Industintas, respectivamente). Los hidrantes que se purgan CADA MES días de acuerdo al cronograma establecido son: Hidrantes N° 3 y 4, 5, 6 Y 7 (Colombina, Almidones del Cauca, Restaurante La Frontera, Iaasa, y Metecno de Colombia).

Si se presentan casos en los cuales no hubo suministro de agua y por lo tanto la red de distribución quedó seca, una vez se restablezca el suministro llevar a cabo el procedimiento para los hidrantes N° 1 y 2, para desalojar el agua que posiblemente ha arrastrado lodos de la tubería al generarse cambios de presión.

4. RESPONSABILIDAD

El operario de turno es el responsable de llevar a cabo las purgas de los hidrantes.


5. REQUISITOS GENERALES

Asegurar que cuando se vaya a drenar los hidrantes, haya agua de reserva dentro de los tanques de almacenamiento.

6. PROCEDIMIENTO

6.1 Hidrante N° 1

1. Abrir la válvula del hidrante.
2. Esperar alrededor de 30 segundos, y accionar la válvula abriéndola y cerrándola varias veces, con el fin de generar turbulencia y remover la mayoría de los sedimentos que pueden quedar adheridos dentro de la tubería de la red de distribución.
3. Cuando el agua salga cristalina, cerrar completamente la válvula.


	PROCEDIMIENTO DE PURGA DE HIDRANTES		DIRECCION TECNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 2 DE 2

6.2 Hidrante N°2

1. Con ayuda de la llave de éste hidrante, abrir la válvula ubicada en el fondo del represamiento de agua.
2. Esperar alrededor de 30 segundos, y accionar la válvula abriéndola y cerrándola varias veces, con el fin de generar turbulencia y remover la mayoría de los sedimentos que pueden quedar adheridos dentro de la tubería de la red de distribución.
3. Cuando el agua salga cristalina, cerrar completamente la válvula.

6.3 Hidrantes N° 3, 4, 5, 6 y 7

1. Con ayuda de la llave de éste hidrante, abrir la válvula ubicada en el fondo de la caja.
2. Esperar alrededor de 30 segundos, y accionar la válvula abriéndola y cerrándola varias veces, con el fin de generar turbulencia y remover la mayoría de los sedimentos que pueden quedar adheridos dentro de la tubería de la red de distribución.
3. Cuando el agua salga cristalina, cerrar completamente la válvula.
4. Completar la hoja de Registro N° 1, Control de labores realizadas una vez se finalice con la purga de todos los hidrantes en turno.

	D.9 PROCEDIMIENTO RETROLAVADO DE FILTROS		DIRECCION TECNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 1 DE 5

1. OBJETIVO

Remover la mayoría de los sólidos adheridos en la superficie del lecho del filtro, cuando éste se encuentre saturado.

2. ALCANCE

Se aplica éste procedimiento tanto para el filtro de arena, como para los filtros de arena y carbón.

3. FRECUENCIA

Filtro de arena: Si al determinar la turbidez del agua que sale del filtro de arena se encuentra que éste parámetro está en el valor de 1 NTU, es necesario el retrolavado de éste filtro. Hay que tener en cuenta, que el tanque de sedimentación debe tener un volumen de agua que permita efectuar el retrolavado sin presentarse problemas posteriormente en el abastecimiento de agua a los tanques de almacenamiento. *Tiempo aproximado en alcanzar el valor de 1 NTU: 36 horas.*

Filtros de arena y Carbón: Se efectuará el retrolavado de éstos filtros una vez se determine la que la turbidez del agua que sale de los mismos es de 1 NTU. *Tiempo aproximado en alcanzar el valor de 1 NTU: 36 horas.*

4. RESPONSABILIDAD


El operario de turno es el responsable de llevar a cabo los retrolavados de los filtros.

5. REQUISITOS GENERALES

Asegurar que los tanques de almacenamiento tengan un buen volumen de agua para garantizar que el suministro al parque industrial no se verá afectado al llevar a cabo el retrolavado de los filtros de arena y carbón.

Se retrolavará el filtro de arena siempre y cuando haya suficiente agua en el tanque de sedimentación que permita abastecer los tanques de almacenamiento después de realizar éste procedimiento.

No retrolavar los filtros de arena y carbón, cuando se esté llenando o dando tiempo de residencia en el tanque sedimentador.

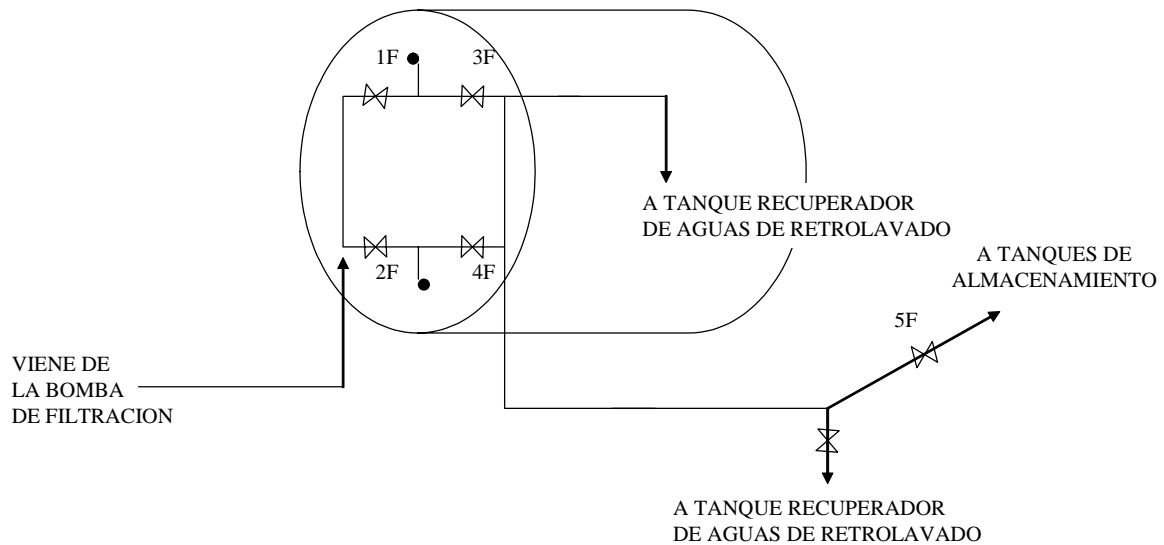
	PROCEDIMIENTO RETROLAVADO DE FILTROS		DIRECCION TECNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 2 DE 5

6. PROCEDIMIENTO

6.1 RETROLAVADO FILTRO DE ARENA



Imagen 1. Filtro de arena



1. Si la bomba de filtración se encuentra apagada, en el cronograma de *Operación de Bombas de filtración*, identificar cual de las dos bombas operará en la jornada.

	PROCEDIMIENTO RETROLAVADO DE FILTROS		DIRECCION TECNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 3 DE 5

2. En el tablero de control N° 3, cerciorarse que el swich se encuentre en el modo *Bomba de filtración*. Continuar con el numeral 4.
3. Si la bomba de filtración se encuentra encendida, cerciorarse que haya suficiente agua en el tanque de sedimentación para realizar esta labor.
4. Cerrar la válvula 5F
5. Abrir la válvula 2D.
6. Apagar la bomba de postcloración por medio del swich del tablero de control N° 1.
7. Encender la bomba de filtración respectiva en el tablero de control N° 1
8. Abrir las válvulas 2F y 3F.
9. Cerrar las válvulas 1F y 4F.
10. El agua entra por la parte inferior del filtro y sale por la parte superior, retirando lodos y sólidos acumulados.
11. Generar turbulencia periódicamente, abriendo simultáneamente las válvulas 1F y 4F.
12. Realizar este retrolavado hasta que el agua salga cristalina.
13. Iniciar el proceso de enjuague, abriendo las válvulas 1F y 4F, y cerrando las válvulas 2F y 3F.
14. Generar turbulencia periódicamente, abriendo simultáneamente las válvulas 2F y 3F.
15. Realizar este enjuague hasta que el agua salga cristalina.
16. Poner en servicio el filtro, abriendo la válvula 5F y cerrando las válvulas 2F,3F y 2D.
17. Completar la hoja de Registro N° 1, Control de labores realizadas.

NOTA: Si ha pasado un tiempo en el cual al efectuar el retrolavado se obtiene agua de una coloración estable (amarillo claro), realizar el procedimiento de enjuague, de esta forma se modifica con mayor prontitud el color del agua.

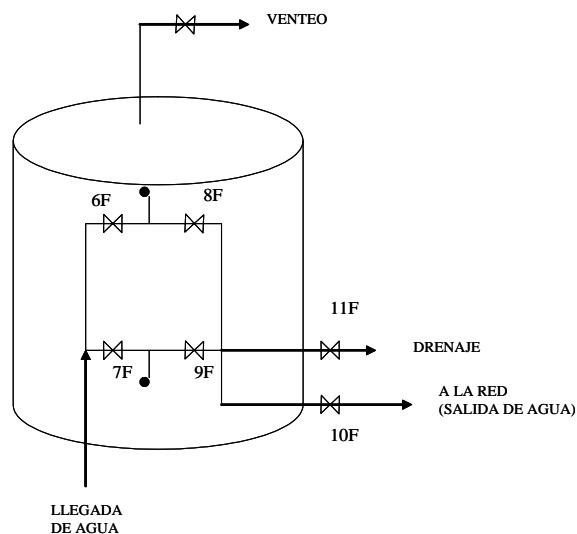
6.2 FILTRO DE ARENA Y CARBON N° 1



Imagen 2. Filtro de arena/carbón

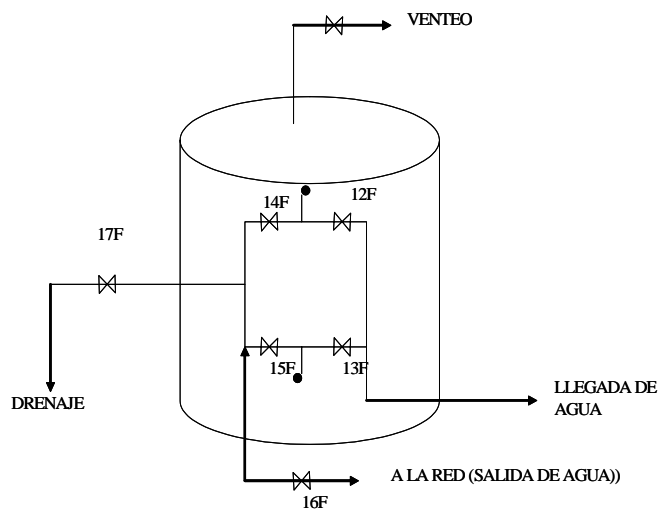
	PROCEDIMIENTO RETROLAVADO DE FILTROS		DIRECCION TECNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 4 DE 5


1. Abrir la válvula 11F.
2. Cerrar la válvula 10F.
3. Posteriormente, abrir las válvulas 7F y 8F.
4. Cerrar las válvulas 6F y 9F.
5. El agua entra por la parte inferior del filtro y sale por la parte superior, retirando lodos y sólidos acumulados.
6. Generar turbulencia periódicamente, abriendo simultáneamente las válvulas 6F y 9F.
7. Realizar este retrolavado hasta que el agua salga cristalina.
8. Iniciar proceso de enjuague abriendo las válvulas N° 1 y 4 y cerrando las válvulas 7F y 8F.
9. Generar turbulencia periódicamente, abriendo simultáneamente las válvulas N° 7F y 8F.
10. Realizar este enjuague hasta que el agua salga cristalina.
11. Poner en servicio abriendo las válvulas 6F, 9F y 10F, y cerrando las válvulas 7F, 8F y 11F.
12. Completar la hoja de Registro N° 1, Control de labores realizadas.




6.3 FILTRO DE ARENA Y CARBON N° 2

1. Abrir la válvula 17F.
2. Cerrar la válvula 16F.
3. Posteriormente, abrir las válvulas N°2 y 3.
4. Cerrar las válvulas N° 1 y 4.
5. El agua entra por la parte inferior del filtro y sale por la parte superior, retirando lodos y sólidos acumulados.
6. Generar turbulencia periódicamente, abriendo simultáneamente las válvulas 12F y 15F.
7. Realizar este retrolavado hasta que el agua salga cristalina.
8. Iniciar proceso de enjuague abriendo las válvulas 12F y 15F, y cerrando las válvulas 13F y 14F.



	PROCEDIMIENTO RETROLAVADO DE FILTROS		DIRECCION TECNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 5 DE 5

9. Generar turbulencia periódicamente, abriendo simultáneamente las válvulas 13F y 14F.
10. Realizar este enjuague hasta que el agua salga cristalina.
11. Poner en servicio abriendo las válvulas 12F, 15F y 16F. y cerrando las válvulas 13F, 14F y 17F.
12. Completar la hoja de Registro N° 1, Control de labores realizadas.

	D.10 PROCEDIMIENTO DE LLENADO DE CARROTANQUES		DIRECCION TECNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 1 DE 2

1. OBJETIVO

Llevar a cabo de manera adecuada la labor de llenado de carrotanques.

2. ALCANCE

Se aplica éste procedimiento a cualquier carrotanque que sea autorizado para efectuar su carga.

3. FRECUENCIA

Se realizará este procedimiento una vez se de la autorización de llenado.

4. RESPONSABILIDAD

El operario de turno es el responsable de llevar a cabo éste procedimiento y el encargado de la planta será quien autorice llevar a cabo esta labor.

5. REQUISITOS GENERALES

Contar con el agua necesaria en el tanque recuperador de aguas de retrolavado para llenar el volumen requerido por la empresa.


Si es se requiere agua potable, disponer en el tanque de sedimentación con el nivel de agua adecuado, que permita garantizar agua para el suministro al parque industrial y de igual forma para efectuar el llenado del carrotanque.

6 PROCEDIMIENTO

6.1 LUGARES DEL CUAL SE PUEDE DISPONER PARA EFECTURA EL LLENADO DE CARROTANQUES

6.1.1 Tanque de sedimentación


1. En el Registro N° 12, Control del agua despachada en carrotanques, la lectura inicial del contador.
2. Ubicar la manguera correspondiente en el carrotanque, sujetarla muy bien.
3. Abrir la válvula 1D.
4. Apagar la bomba de postcloración.
5. Cerrar la válvula 5F.

	PROCEDIMIENTO DE LLENADO DE CARROTANQUES		DIRECCION TECNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 2 DE 2

6. Dar el tiempo necesario para que el carrotanque se llene y posteriormente abrir la válvula 5F dando paso nuevamente al agua a los tanques de almacenamiento.
7. Encender la bomba de postcloración y verificar que el residual de cloro en el punto de muestreo de descarga a los tanques de almacenamiento se encuentre dentro del rango establecido.
8. Retirar la manguera del carrotanque.
9. Anotar la lectura final del contador y terminar de completar el registro N° 12.

6.1.2 Llenado del tanque recuperador de aguas de retrolavado

1. En el Registro N° 12, Control del agua despachada en carrotanques, reportar el volumen de agua a despachar.
2. Ubicar las mangueras correspondiente en el carrotanque, sujetarlas muy bien.
3. Encender la bomba del tanque recuperador de aguas de retrolavado accionando el swich ubicado en el tablero de control N° 4.
4. Encender también la bomba auxiliar dispuesta en este tanque con el dispositivo ubicado en el tablero de control N° 3.
5. Dar el tiempo necesario para que el carrotanque se llene y después de dicho tiempo apagar las bombas.
6. Retirar las mangueras.

	D.11 PROCEDIMIENTO DE ACCIONAMIENTO DE LAS BOMBAS DE DISTRIBUCION		DIRECCION TECNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 1 DE 2

1. OBJETIVO

Establecer la forma de operación adecuada del sistema de las bombas de distribución.

2. ALCANCE

Este procedimiento para cualquier circunstancia en donde se requiera el accionamiento de las bombas de distribución.

3. FRECUENCIA

Se realizara este procedimiento, tan pronto se inicie el suministro de agua al parque. De igual forma, en casos donde se presente un corte del servicio debido a problemas técnicos, mantenimiento o saneamiento de las instalaciones de la planta.

También, se recurrirá a este procedimiento, cuando el proceso de clarificación requiera de un tiempo superior al ofrecido por la reserva disponible en los tanques de almacenamiento y por lo tanto como medida de contingencia se realizará la suspensión del servicio para permitir que el agua tratada presente las condiciones de calidad requeridas.

4. RESPONSABILIDAD

El operario de turno, el personal de mantenimiento y el encargado de la planta serán responsables de la operación del sistema de las bombas de distribución.

5. REQUISITOS GENERALES


5.1 Asegurarse que los tanques de almacenamiento contengan agua cada vez que las bombas de distribución se vayan a encender.

5.2 Tener conocimiento del sistema de tuberías con el cual se abastece y se realiza la descarga del agua tratada con dichas bombas.

6. PROCEDIMIENTO

6.1 ENCENDIDO DE LAS BOMBAS DE DISTRIBUCION


1. Una vez se vaya a encender las bombas, garantizar que hay agua disponible en los tanques de almacenamiento N° 1, 2, 3, 4 y 5.
2. Cerciorarse que las válvulas 1A y 2A estén abiertas.
3. Abrir las válvulas 6B, 7B, 8B, 9B, 10B, 11B y 12B.

	PROCEDIMIENTO DE ACCIONAMIENTO DE LAS BOMBAS DE DISTRIBUCION		DIRECCION TECNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 2 DE 2

4. Mantener abierta la válvula de la salida de la planta y la válvula 14B del hidrowflow.
5. Encender la Bomba de distribución N° 1 y posteriormente la N° 2 en el tablero de control N° 4 ubicando el correspondiente swich en el modo ON.
6. Verificar que los manómetros del tablero de control N°4 no sobrepasen una presión de 80 psi.
7. Turnar las bombas N° 2 y 3, después de 12 horas de operación.

6.2 APAGADO DE LAS BOMBAS DE DISTRIBUCION

1. Ubicar en el modo OFF los swich de las bombas encendidas.
2. Cerrar la válvula 6B siempre y cuando se quiera aislar totalmente el sistema de distribución de la tubería de los tanques de almacenamiento.

	D.12 PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA DE TANQUES		DIRECCION TECNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 1 DE 3

1. OBJETIVO

Retirar los lodos que se han depositado en el fondo de los tanques y cualquier tipo de sólido que se adhiriera a las paredes de los mismos.

2. ALCANCE

Se aplica éste procedimiento al tanque de sedimentación y a los tanques de almacenamiento

3. FRECUENCIA

Se realizará este procedimiento cada 30 días durante los últimos días del mes.

4. RESPONSABILIDAD

El operario de turno es el responsable de llevar a cabo éste procedimiento con ayuda de la persona que sea contratada para realizar esta labor.

5. REQUISITOS GENERALES

Se restringirá el suministro de agua al parque durante el tiempo en que se esté efectuando esta limpieza.


6. PROCEDIMIENTO

6.1 TANQUE DE SEDIMENTACIÓN

1. Garantizar que el nivel del tanque se encuentre los mas bajo posible.
2. Abrir las válvulas 1C y 2C que posee el tanque.
3. Abrir la compuerta que está ubicada en el lado derecho del tanque de sedimentación.
4. Extraer la mayor cantidad de agua con ayuda de la bomba de 1 ½".
5. Ingresar al tanque y restregar el piso y las paredes del mismo con el fin de retirar los lodos adheridos a la superficie.



Imagen 1. Compuerta tanque de sedimentación

	PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA DE TANQUES		DIRECCION TECNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 2 DE 3

6. Cuando se hayan retirado todos los lodos, lavar muy bien y realizar el procedimiento de llenado del tanque de sedimentación para una altura de 10 m.

6.2 TANQUES DE ALMACENAMIENTO

6.2.1 Tanques N° 1 y 2

1. El siguiente procedimiento se efectúa para cada uno de éstos tanques.
2. Garantizar que el nivel de agua sea lo mas bajo posible.
3. Abrir la válvula 3A o 5A.
4. Abrir la compuerta ubicada en uno de sus costados.
5. Entrar al tanque y restregar todo su interior.
6. Lavar muy bien todas sus superficies.
7. Desalojar el agua del lavado y cuando esté perfectamente limpio proceder a llenar completamente el tanque.

6.2.2 Tanques N° 3,4 y 5


1. Garantizar que el nivel de agua sea lo mas bajo posible.
2. Abrir y cerrar la válvula de drenado (4A, 6^a y 7A) varias veces con el fin de generar choques al interior que permitan remover los lodos depositados en el fondo del tanque.
3. Desalojar toda el agua contenida.
4. Llenar el tanque solo cuando se garantice la máxima evacuación de lodos.

6.2.3 Tanque N°6

1. Garantizar que el nivel de agua sea lo mas bajo posible.
2. Abrir la válvula 8A.
3. Ingresar al tanque y ayudar en la evacuación del agua aún contenida dentro del mismo con una escoba.
4. Restregar todas las superficies.
5. Lavar y enjuagar muy bien.
6. Dejar que entre un poco de agua al tanque y posteriormente desalojarla con fines de purga.
7. Finalmente llenar completamente éste tanque.


6.3 TANQUE RECUPERADOR DE AGUAS DE PURGA

1. Abrir la válvula 13A.
2. Permitir que se desaloje parte del agua contenida.

	PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA DE TANQUES		DIRECCION TECNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 3 DE 3

3. Con ayuda de la aspiradora hacer que los lodos sedimentados sean retirados. Ver procedimiento de *Operación de la aspiradora*.
4. terminar de remover con la escoba, cualquier tipo de sedimento que se haya adherido en el fondo del tanque.
5. Lavar muy bien y cerrar la válvula 13A.

NOTA: Una vez efectuada la limpieza de todos los tanques, diligenciar el registro N° 11, control de jornadas de saneamiento en la planta.

	D.13 PROCEDIMIENTO DE SANEAMIENTO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN		DIRECCION TECNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 1 DE 3

1. OBJETIVO

Retirar los lodos que se han adherido al interior de la tubería de la red de distribución y realizar de igual forma, el saneamiento de la misma.

2. ALCANCE

Se aplica éste procedimiento a la red de distribución dispuesta para el suministro de agua tratada a las empresas del parque industrial.

3. FRECUENCIA

Se realizará este procedimiento cada 30 días durante los últimos días del mes.

4. RESPONSABILIDAD

El operario de turno es el responsable de llevar a cabo éste procedimiento con ayuda de la persona que sea contratada para realizar esta labor.

5. REQUISITOS GENERALES


Se restringirá el suministro de agua al parque durante el tiempo en que se esté efectuando esta limpieza.

Solo se dispondrá de una capacidad equivalente a 35 m³ de agua que será empleada para saturarla con cloro. Entonces, los tanques N° 1 y 2 estarán a la mitad y en ellos se depositará el cloro y los tanques N° 3, 4, 5 y 6 estarán con agua disponible posteriormente para enjuagar la red de distribución.

La concentración de cloro residual del agua almacenada en los tanques, deberá estar en un rango de 0.0 - 0.5 ppm, para que en el momento en que se va a realizar el enjuague de la red, se reestablezca la concentración de cloro mas rápidamente.

6. PROCEDIMIENTO

1. Con días de anterioridad, dar conocimiento a las empresas de la jornada de saneamiento que se va a efectuar. Enviar la circular correspondiente.
2. Apagar las bombas de distribución y cerrar la válvula N° 2A que restringe la salida de agua de los tanques N° 3, 4 y 5.
3. Cerciorarse que la bomba del tanque N° 6 esté apagada.

	PROCEDIMIENTO DE SANEAMIENTO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN		DIRECCION TECNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 2 DE 3

4. Abrir los hidrantes N° 1 y 2.
5. Dar el tiempo necesario para desalojar la mayor parte del agua contenida en la red de distribución.
6. Cerrar la válvula 2A que restringe la salida de agua de los tanques N° 3, 4 y 5.
7. Abrir la válvula 1A.
8. Establecer la concentración de la solución de hipoclorito de sodio que será empleada en la desinfección o saneamiento.
9. Calcular el volumen de hipoclorito necesario para garantizar la concentración establecida anteriormente. Ver numeral 7. *Cálculos necesarios.*
10. Adicionar la mitad del hipoclorito de sodio al tanque de almacenamiento N° 1 y el resto de producto al tanque N° 2.
11. Dar un tiempo aproximado de 20 min, para lograr que la solución de cloro se difunda en el volumen de agua contenido en el tanque.
12. Una vez se desaloje todo el agua, cerrar las válvulas de los hidrantes.
13. Encender las bombas de distribución para dar paso del agua a toda la red.
14. Una vez se haya desalojado todo el agua de los tanques, apagar las bombas y dar un tiempo de 2 horas y media, para que la solución de hipoclorito de sodio actúe.
15. Pasado dicho tiempo, abrir las válvulas de los hidrantes N° 1 y 2 y desalojar el agua contenida en toda la red.
16. Notar la coloración que tiene el agua.
17. Abrir la válvula 2A.
18. Cerrar la válvula 1A.
19. Encender la bomba del tanque N° 6.
20. Prender las bombas de distribución de tal manera que permita enjuagar toda la tubería hasta lograr que la concentración de cloro residual sea aceptable.
21. Realizar el análisis de cloro en el sitio de purgas con el fin de garantizar que el agua dentro de la red, esté con el rango de concentración de cloro adecuado. (0.2-1.0 ppm).
22. Alcanzado el rango, cerrar las válvulas de los hidrantes y verificar que la operación en la planta vuelve a la normalidad.


7. CALCULOS NECESARIOS

X = Concentración de solución de hipoclorito de sodio(v/v)

$$\text{Concentración de solución de Cloro (ppm)} = \frac{M(g)_{\text{Cloro}}}{V(m^3)_{\text{Solución}}}$$

$$\text{Concentración de solución de cloro (ppm)} \times (V_{\text{agua}}) = M(g)_{\text{Cloro}}$$

$$M(g)_{\text{Cloro}} \times \frac{100\%}{Y\%} = M(g)_{\text{Hipocloritodesodio}}$$

	PROCEDIMIENTO DE SANEAMIENTO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN		DIRECCION TECNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 3 DE 3

Transformando a unidades de volumen:

$$\frac{M(\text{g})_{\text{Hipocloritodesodio}}}{\rho(\text{g/ml})_{\text{Hipocloritodesodio}}} = V(\text{ml})_{\text{Hipocloritodesodio}}$$

Ejemplo:

$$X = 200 \text{ ppm}$$

$$V_{\text{agua}} = 35 \text{ m}^3$$

$$\rho_{\text{Hipocloritodesodio}} = 1.2 \text{ g/ml}$$

$$Y = 13\%$$


$$200 \text{ ppm} = \frac{M(\text{g})_{\text{Cloro}}}{35}$$

$$200 \text{ ppm} \times 35 = M_{\text{Cloro}} = 7000 \text{ gramos}$$

$$7000 \times \frac{100\%}{13\%} = M(\text{g})_{\text{Hipocloritodesodio}} = 53846.15 \text{ gramos}$$

Finalmente:

$$\frac{53846.15 \text{ gramos}}{1.2 \text{ g/ml}} = V(\text{ml})_{\text{Hipocloritodesodio}} = 44871.79 \text{ ml} = 44.87 \text{ litros}$$

	D.14 PROCEDIMIENTO DE DESINCRUSTACION DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN		DIRECCION TECNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 1 DE 4

1. OBJETIVO

Promover la total desincrustación de la tubería de la red de distribución.

2. ALCANCE

Se aplica éste procedimiento a la red de distribución dispuesta para el suministro de agua tratada a las empresas del parque industrial.

3. FRECUENCIA

Se realizará este procedimiento 1 VEZ AL AÑO, generalmente los últimos días del mes de diciembre o a principios del mes de enero.

4. RESPONSABILIDAD

El ingeniero de la planta es el responsable de programar la fecha para realizar las labores de desincrustación de la red de distribución, establecer las dosificaciones de químicos a aplicar y principalmente, verificar que se efectúe adecuadamente éste procedimiento.

5. REQUISITOS GENERALES


Se restringirá el suministro de agua al parque durante el tiempo en que se esté efectuando ésta desincrustación.

Solo se dispondrá de una capacidad equivalente a 70 m³ de agua para preparar la solución de ácido nítrico a aplicar en la jornada. Los tanques N° 1 y 2 estarán completamente llenos (Volumen equivalente a 70 m³) y en ellos se depositará la cantidad de ácido nítrico requerido.

Los tanques N° 3, 4, 5 y 6 estarán con abastecimiento completo. El tanque de sedimentación deberá contener de igual forma la capacidad neta de agua tratada. Se deberá garantizar que al inicio de la jornada de desincrustación y desinfección la cantidad de agua requerida para labores de preparación de soluciones, lavado y enjuague esté almacenada.

La concentración de cloro residual del agua almacenada en los tanques N° 3, 4, 5 y 6 será de **0 ppm**. Se omite la etapa de postcloración.


Hasta que no se garanticen condiciones de normalidad del agua en la red de distribución después de realizada la desinfección, no se reanudará el suministro de agua al parque.

	PROCEDIMIENTO DE DESINCRUSTACION DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN		DIRECCION TECNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 2 DE 4

6. PROCEDIMIENTO

6.1 ETAPA DE DESINCRUSTACION


1. Con 4 días de anterioridad, dar conocimiento a las empresas de la jornada de saneamiento que se va a efectuar. Enviar la circular correspondiente.
2. 17 horas antes de iniciar la jornada de desincrustación, apagar las bombas de distribución y cerrar la válvula N° 2A que restringe la salida de agua de los tanques N° 3, 4 y 5. El objetivo es lograr que la mayor parte del agua contenida en la red sea consumida por las empresas y garantizar que al inicio de la jornada se haya evacuado la mayor parte del agua contenida.
3. Suprimir la etapa de postcloración apagando la bomba respectiva en el tablero de control N° 1, esto con el fin, de que el agua almacenada en los tanques de almacenamiento, destinada al enjuague de la solución ácida, deberá contener una concentración próxima a los 0 ppm.
4. Pasadas las 17 horas, desalojar el agua aún contenida en la red de distribución, abriendo las válvulas de los hidrantes N° 1 y 2.
5. Mientras tanto en la planta, de acuerdo a la concentración de solución de ácido nítrico establecida, verificar la cantidad de ácido nítrico a emplear de acuerdo a los cálculos especificados en el numeral 7.1 *Cálculos necesarios. Etapa de desincrustación.*
6. Medir la cantidad de ácido nítrico calculada anteriormente.
7. Adicionar la mitad de dicha cantidad en el tanque de almacenamiento N° 1 y la otra mitad en el tanque N° 2.
8. Dar un tiempo aproximado de 20 min, para lograr que el ácido nítrico se difunda en el volumen de agua contenido en el tanque, es decir, obtener una solución totalmente homogénea.
9. Estar pendientes del momento en el cual se desaloja toda el agua contenida en la red de distribución, cerrar las válvulas de los hidrantes justo en este instante.
10. Encender las bombas de distribución para dar paso a la solución de ácido nítrico a toda la tubería.
11. Tomar muestras en los hidrantes N° 1 y 2, verificar que el pH de las mismas sea de carácter ácido.
12. Una vez se haya desalojado todo el volumen de solución de ácido nítrico almacenado en los tanque N° 1 y 2, apagar las bombas de distribución y dar un tiempo de 3 horas, para lograr que la solución actúe, es decir, se promueva la desincrustación de la tubería.
13. Cerrar la válvula 1A.
14. Una vez terminado el tiempo de contacto abrir las válvulas de los hidrantes N° 1 y 2.
15. Notar la coloración que tiene el agua. Si se observan coloraciones claras es indicio que se requiere un tiempo de contacto mayor, luego es necesario cerrar las válvulas de los hidrantes N° 1 y 2 y dejar actuar la solución 30 minutos más. Por el contrario, si la coloración es marrón, se ha cumplido con el tiempo de contacto necesario y se procede a desalojar el contenido de la red.
16. Dar el tiempo necesario para evacuar la mayor parte de la solución desincrustante.
17. En la planta, abrir la válvula 2A para dar paso al agua almacenada en los tanques N° 3, 4, 5 y 6.

	PROCEDIMIENTO DE DESINCRUSTACION DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN		DIRECCION TECNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 2 DE 4

18. Encender la bomba de descarga del tanque N° 6.
19. Prender las bombas de distribución de tal manera que se inicie el enjuague de toda la tubería hasta lograr la total remoción de la solución de ácido nítrico.
20. En los hidrantes N° 1 y 2 tomar muestras de agua y realizar mediciones de pH. Si se obtiene un pH inferior a 6.5, es necesario continuar con el enjuague de la red. Por el contrario, si se obtiene un pH superior a 6.5, el enjuague a sido satisfactorio.

6.2 ETAPA DE DESINFECCION

1. Mientras se realiza el lavado y enjuague de la tubería, lavar los tanques de almacenamiento N° 1 y 2. Garantizar que no queden residuos de ácido nítrico ya que en estos tanques se procederá a preparar la solución de cloro para efectuar la desinfección de la red.
2. Abastecer nuevamente los tanques de almacenamiento con agua libre de residual de cloro (0 ppm).
3. Cerciorarse que la bomba del tanque N° 6 esté apagada.
4. Dar el tiempo necesario para desalojar la mayor parte del agua contenida en la red de distribución.
5. Cerrar la válvula N° 2A que restringe la salida de agua de los tanques N° 3, 4 y 5.
6. Establecer la concentración de la solución de hipoclorito de sodio que será empleada en la desinfección.
7. Calcular el volumen de hipoclorito necesario para garantizar la concentración establecida anteriormente. Ver numeral 7.2 *Cálculos necesarios. Etapa de desinfección.*
8. Adicionar la mitad del hipoclorito de sodio al tanque de almacenamiento N° 1 y el resto de producto al tanque N° 2.
9. Dar un tiempo aproximado de 20 min, para lograr que la solución de cloro se difunda en el volumen de agua contenido en el tanque.
10. Durante este tiempo, desalojar el agua contenida en la red de distribución, abriendo las válvulas de los hidrantes N° 1 y 2.
11. Una vez se desaloje todo el agua, cerrar las válvulas de los hidrantes.
12. Abrir la válvula 1A.
13. Verificar que la válvula 2A esté cerrada.
14. Encender las bombas de distribución para dar paso del agua a toda la red,.
15. Una vez se haya desalojado todo el agua de los tanques, apagar las bombas y dar un tiempo de 2 horas y media, para que la solución de hipoclorito de sodio actúe.
16. Pasado dicho tiempo, abrir las válvulas de los hidrantes N° 1 y 2 y desalojar el agua contenida en toda la red.
17. Notar la coloración que tiene el agua.
18. Abrir la válvula 2A.
19. Cerrar la válvula 1A.
20. Encender la bomba del tanque N° 6.
21. Prender las bombas de distribución de tal manera que permita enjuagar toda la tubería hasta lograr que la concentración de cloro residual sea aceptable.
22. Abrir nuevamente las válvulas de los hidrantes N° 1 y 2.

	PROCEDIMIENTO DE DESINCRUSTACION DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN		DIRECCION TECNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 3 DE 4

23. Realizar el análisis de cloro en el sitio de purgas con el fin de garantizar que el agua dentro de la red, esté con el rango de concentración de cloro adecuado. (0.2-1.0 ppm).
24. Alcanzado el rango, cerrar las válvulas de los hidrantes y verificar que la operación en la planta vuelve a la normalidad.

NOTA: El ácido nítrico es altamente reactivo, por lo tanto se debe evitar la mezcla del mismo con hipoclorito de sodio o calcio.

7. CALCULOS NECESARIOS

7.1 ETAPA DE DESINCRUSTACION

La concentración de la solución de ácido nítrico no será superior al 1.5%, ya que a concentraciones superiores se promueve el deterioro de la tubería y por lo tanto la fragilidad de la misma.

Para establecer el volumen de ácido nítrico para preparar la solución de X concentración, se tiene que:

X = Concentración de solución de ácido nítrico (v/v)

$$\text{Concentración de solución de ácido nítrico (v/v)} = \frac{V_{\text{ácido nítrico}}}{V_{\text{Solución}}} = \frac{V_{\text{ácido nítrico}}}{V_{\text{agua}} + V_{\text{ácido nítrico}}}$$

$$\text{Concentración de solución de ácido nítrico (v/v)} \times (V_{\text{agua}} + V_{\text{ácido nítrico}}) = V_{\text{ácido nítrico}}$$

$$(\text{Concentración}_{\text{solución de ácido nítrico}} \times V_{\text{agua}}) + (\text{Concentración}_{\text{solución de ácido nítrico}} \times V_{\text{ácido nítrico}}) = V_{\text{ácido nítrico}}$$


$$(\text{Concentración}_{\text{solución de ácido nítrico}} \times V_{\text{agua}}) = V_{\text{ácido nítrico}} (1 - \text{Concentración}_{\text{solución de ácido nítrico}})$$

Luego,

$$V_{\text{ácido nítrico}} = \frac{(\text{Concentración}_{\text{solución de ácido nítrico}} \times V_{\text{agua}})}{(1 - \text{Concentración}_{\text{solución de ácido nítrico}})}$$

Como el ácido nítrico se dispone en Y% de concentración, entonces:

$$V_{\text{ácido nítrico}} \times \frac{100\%}{Y\%} = V_{\text{ácido nítrico al 55\%}}$$

	PROCEDIMIENTO DE DESINCRUSTACION DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN		DIRECCION TECNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 3 DE 4

Ejemplo:

$$X = 1.5 \% = 0.015 \text{ v/v}$$

$$V_{\text{agua}} = 70 \text{ m}^3$$

$$0.015 = \frac{V_{\text{ácido nítrico}}}{V_{\text{Solución}}} = \frac{V_{\text{ácido nítrico}}}{70 + V_{\text{ácido nítrico}}}$$

$$0.015x(70 + V_{\text{ácido nítrico}}) = V_{\text{ácido nítrico}}$$

$$(0.015 \times 70) + (0.015 \times V_{\text{ácido nítrico}}) = V_{\text{ácido nítrico}}$$

$$1.05 = V_{\text{ácido nítrico}}(1 - 0.015)$$

Luego,

$$V_{\text{ácido nítrico}} = \frac{1.05}{(1 - 0.015)} = 1.066 \text{ m}^3 = 1066 \text{ litros}$$

$$V_{\text{ácido nítrico}} \times \frac{100\%}{Y\%} = V_{\text{ácido nítrico al 55\%}}$$

7.2 ETAPA DE DESINFECCION

Los cálculos a efectuar para ésta etapa son similares a los efectuados anteriormente.

X = Concentración de solución de hipoclorito de sodio(v/v)


$$\text{Concentración de solución de Cloro (ppm)} = \frac{M(g)_{\text{Cloro}}}{V(m^3)_{\text{Solución}}}$$

$$\text{Concentración de solución de cloro (ppm)} \times (V_{\text{agua}}) = M(g)_{\text{Cloro}}$$

$$M(g)_{\text{Cloro}} \times \frac{100\%}{Y\%} = M(g)_{\text{Hipocloritodesodio}}$$

Transformando a unidades de volumen:

$$\frac{M(g)_{\text{Hipocloritodesodio}}}{\rho(g/ml)_{\text{Hipocloritodesodio}}} = V(ml)_{\text{Hipocloritodesodio}}$$

	PROCEDIMIENTO DE DESINCRUSTACION DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN		DIRECCION TECNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 3 DE 4

Ejemplo:

$$X = 200 \text{ ppm}$$

$$V_{\text{agua}} = 35 \text{ m}^3$$

$$\rho_{\text{Hipocloritodesodio}} = 1.2 \text{ g/ml}$$

$$Y = 13\%$$


$$200 \text{ ppm} = \frac{M(\text{g})_{\text{Cloro}}}{35}$$

$$200 \text{ ppm} \times 35 = M_{\text{Cloro}} = 7000 \text{ gramos}$$

$$7000 \times \frac{100\%}{13\%} = M(\text{g})_{\text{Hipocloritodesodio}} = 53846.15 \text{ gramos}$$

Finalmente:

$$\frac{53846.15 \text{ gramos}}{1.2 \text{ g/ml}} = V(\text{ml})_{\text{Hipocloritodesodio}} = 44871.79 \text{ ml} = 44.87 \text{ litros}$$

	D.15 PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN DE LA ASPIRADORA		DIRECCION TECNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 1 DE 2

1. OBJETIVO

Realizar correctamente la conexión del sistema de la aspiradora, de esta forma, llevar a cabo adecuadamente la operación con fines de remoción de lodos en el tanque N° 6 y en el tanque recuperador de aguas de retrolavado.

2. ALCANCE

Se aplica éste procedimiento únicamente para la operación de la aspiradora con conexión a las bombas de succión de los tanques N° 6 y recuperador de aguas de purga.

3. FRECUENCIA

Se realizará este procedimiento cada vez que se requiera remover lodos en los tanques anteriormente mencionados, es decir, cuando se desocupa el tanque N° 6 después de efectuarse la descarga al tanque de almacenamiento N°2 y preparase para un nuevo llenado. El tanque recuperador de aguas de purga será aspirando los días de saneamiento de todos los tanques, al finalizar cada mes y de igual forma, en condiciones en que se vea la necesidad de efectuar este procedimiento.

4. RESPONSABILIDAD


El operario de turno es el responsable de llevar a cabo éste procedimiento.

5. REQUISITOS GENERALES

Establecer 30 cm de altura. como nivel mínimo de agua en los tanques N° 6 o recuperador de aguas de retrolavado.

6. PROCEDIMIENTO

1. Introducir el carro aspirador al tanque hasta que toque el fondo del mismo.
2. Acoplar el extremo de la manguera de la aspiradora a la entrada de la bomba de succión del respectivo tanque.
3. Desajustar el extremo de la tubería acoplada a la salida de la bomba, para desalojar por este lado los lodos extraídos del tanque.
4. Ensamblar la manguera de desagüe a la salida de la bomba y ubicarla el extremo apuesto de dicha manguera, en el sitio destinado para desechar los sedimentos.

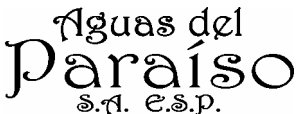
	PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN DE LA ASPIRADORA		DIRECCION TECNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 2 DE 2

5. Poner en marcha la bomba de succión con el swich correspondiente ubicado en el tablero de control N° 3.
6. Una vez encendida la aspiradora, movilizar el carro aspirador por toda la base del tanque de manera lenta, para permitir una succión completa.
7. Extender el mango telescópico si es necesario.
8. Cumplido el objetivo, apagar la bomba de succión.
9. Retirar la manguera de desagüe y la manguera de la aspiradora.
10. Ensamblar nuevamente la tubería de operación habitual.
11. Limpiar muy bien las llantas del carro aspirador y lavar muy bien las mangueras empleadas.

NOTA: Después del procedo de limpieza, verificar que el tanque quede en las condiciones adecuadas para el próximo almacenamiento de agua tratada.



Imagen 1. Aspiradora

	D.16 PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO DE LA BOMBA DE POSTCLORACIÓN		DIRECCION TECNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 1 DE 1

1. OBJETIVO

Adecuar la bomba de postcloración para evitar cualquier tipo de taponamiento que pueda perjudicar la etapa de postcloración del agua que ha sido tratada.

2. ALCANCE

Este procedimiento aplica únicamente a la bomba de postcloración.

3. FRECUENCIA

Se realizara el mantenimiento de la bomba cada vez que se esté dando tiempo de residencia en el tanque de sedimentación.

4. RESPONSABILIDAD


El operario de turno y el personal de mantenimiento serán los encargados de realizar este procedimiento.

5. REQUISITOS GENERALES

Asegurarse que la bomba de filtración esté apagada, pero que a su vez se este en tiempo ya sea de llenado o de residencia.

6. PROCEDIMIENTO

1. Cerrar la válvula 4F.
2. Abrir la válvula 2D, que permitirá desalojar el agua contenida en el tramo de tubería que comunica el filtro de arena con los tanques de almacenamiento.
3. Desenroscar la válvula de pie. Soltar la manguera.
4. Con un alambre, limpiar la parte del cheque.
5. Asegurarse que esté completamente limpio.
6. Acoplar nuevamente la manguera y ajustar muy bien con la válvula de pie.
7. Cerrar la válvula 2D y abrir la 4F.
8. Una vez se de paso del agua del tanque de sedimentación al filtro de arena, desairar la manguera de conducción, abriendo la válvula de purga de la bomba.
9. Verificar que la operación de la bomba sea adecuada.

	D.17 PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA Y SANEAMIENTO DE FILTROS		DIRECCION TECNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 1 DE 2

1. OBJETIVO

Remover profundamente los sólidos adheridos a la superficie del lecho del filtro y eliminar cualquier microorganismo que esté en proceso de formación.

2. ALCANCE

Se aplica éste procedimiento tanto para el filtro de arena, como para los filtros de arena y carbón.

3. FRECUENCIA

Se realizará este procedimiento cada 30 días en temporada baja y cada 15 días cuando la temporada sea alta.

4. RESPONSABILIDAD

El operario de turno es el responsable de llevar a cabo éste procedimiento, con la supervisión del personal especializado.

5. REQUISITOS GENERALES

Se restringirá el suministro de agua al parque durante el tiempo que sea necesario para llevar a cabo adecuadamente este procedimiento.

Retrolavar los filtros muy bien, después de aplicar y dejar actuar el químico empleado.


6. PROCEDIMIENTO

Los procedimientos dados a continuación, corresponden a dosis empleadas para una frecuencia de 30 días.

Para una frecuencia de cada 15 días, adicionar la mitad de productos químicos empleados y dejar actuar durante el mismo tiempo que se establece.

6.1 FILTRO DE ARENA

1. Cerrar la válvula 5F.
2. Destapar el filtro, desajustando las dos compuertas que se encuentran en la parte superior del mismo.
3. Reducir el nivel del agua abriendo la válvula 2D hasta alcanzar una altura aproximada de 10 cm por encima de la superficie de la arena.
4. Adicionar 20 litros de ácido clorhídrico al 27% y revolver con ayuda de una vara de madera.
5. Dejar actuar por un tiempo de 3 a 4 horas.

	PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA Y SANEAMIENTO DE FILTROS		DIRECCION TECNICA
	FECHA: JULIO 1 DE 2006	VERSION 0	PAGINA 2 DE 2

6. Retrolavar y enjuagar muy bien el filtro hasta garantizar que no haya presencia de ácido clorhídrico en el agua.
7. Una forma de saber si se desalojó la totalidad del ácido, es introducir 5 a 8 gotas de solución de cloro a un litro del agua que sale del filtro. Si la muestra se vuelve turbia, es necesario continuar retrolavando, si por el contrario la muestra se encuentra cristalina, se puede garantizar que no hay presencia de ácido.
8. Completar la hoja de Registro N° 11, Control de jornadas de saneamiento en la planta, en el cual se especifica la cantidad de químico empleado, la descripción de la laborar, el responsable entre otros datos.



Imagen 1. Compuerta filtro de arena

6.2 FILTRO DE ARENA Y CARBON

El siguiente procedimiento se efectúa para cada uno de éstos filtros y si es posible de manera simultánea.


1. Cerrar la válvula 10F y 16F, válvulas que suspenden el flujo de agua a la red de distribución.
2. Destapar el filtro, despojando la compuertas ubicada en la parte superior.
3. Reducir el nivel del agua de cada filtro, abriendo las válvulas 11F y 17F hasta alcanzar una altura aproximada de 10 cm por encima de la superficie del lecho del filtro.
4. Adicionar 10 litros de ácido y revolver con ayuda de una vara de madera.
5. Dejar actuar por un tiempo de 3 a 4 horas.
6. Retrolavar y enjuagar muy bien el filtro hasta garantizar que no hay presencia de ácido en el agua.
7. De manera similar al caso anterior, establecer si hay presencia de ácido en el agua que sale del filtro.
8. Completar la hoja de Registro N° 11, Control de jornadas de saneamiento en la planta.



Imagen 2. Compuerta filtro de arena/carbón

ANEXO E. FORMATOS DE TABLAS Y REGISTROS

- E.1** Control de labores realizadas
- E.2** Protocolo de llenado
- E.3** Seguimiento de lectura de contadores
- E.4** Lectura de contadores para facturación
- E.5** Control de labores de mantenimiento
- E.6** Control de jornadas de saneamientos de la planta
- E.7** Control del agua despachada en carro tanques
- E.8** Lectura de los contadores del pozo y salida de la planta
- E.9** Mantenimiento y revisión de contadores en el parque industrial
- E.10** Seguimiento diario de lectura de contador
- E.11** Registro de capacitación y/o entrenamiento
- E.12** Seguimiento de muestras de respaldo
- E.13** Prueba de jarras
- E.14** Prueba de demanda de cloro
- E.15** Seguimiento purga de hidrante nº 1 (Vincorte)
- E.16** Registro de entrega de elementos de protección personal
- E.17** Turnos asignados
- E.18** Análisis diarios de parámetros fisicoquímicos del agua
- E.19** Monitoreo del agua en cada punto de muestreo
- E.20** Inventario de productos de clarificación

FECHA :		JORNADA :	
Volumen de agua a tratar (m ³):		Altura del tanque de sedimentación (m) :	
Dosis de Químicos	Cloro (g)		
	Floculante (ml)		
	Coagulante (ml)		
Volumen de solución de Cloro (Litros)			
Volumen de solución de Floculante (Litros)			
Volumen de solución de Coagulante (Litros)			
Tiempo de llenado (Horas)			
Tiempo de residencia (Horas)			
Observaciones:			
			
Responsable:			

FECHA :		JORNADA :	
Volumen de agua a tratar (m ³):		Altura del tanque de sedimentación (m) :	
Dosis de Químicos	Cloro (g)		
	Floculante (ml)		
	Coagulante (ml)		
Volumen de solución de Cloro (Litros)			
Volumen de solución de Floculante (Litros)			
Volumen de solución de Coagulante (Litros)			
Tiempo de llenado (Horas)			
Tiempo de residencia (Horas)			
Observaciones:			
			
Responsable:			

Fecha y hora	Máquina/equipo	Descripción del servicio
Observaciones Generales		
Quien realiza el servicio		Supervisor

Fecha y hora	Máquina/equipo	Descripción del servicio
Observaciones Generales		
Quien realiza el servicio		Supervisor

Fecha y hora	Máquina/equipo	Descripción del servicio
Observaciones Generales		
Quien realiza el servicio		Supervisor

Fecha y hora	Máquina/equipo	Descripción del servicio
Observaciones Generales		
Quien realiza el servicio		Supervisor

Fecha			
Descripción jornada			
Producto		Cantidad de químicos	
Observaciones			
Responsable			

Fecha			
Descripción jornada			
Producto		Cantidad de químicos	
Observaciones			
Responsable			

Fecha			
Descripción jornada			
Producto		Cantidad de químicos	
Observaciones			
Responsable			

Fecha			
Descripción jornada			
Producto		Cantidad de químicos	
Observaciones			
Responsable			

Fecha			
Descripción jornada			
Producto		Cantidad de químicos	
Observaciones			
Responsable			

MES _____

Día	Lectura a la salida de la planta	Consumo diario	Lectura del pozo	Consumo diario reportado
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				

**E.10 SEGUIMIENTO DIARIO DE LECTURA DE
 CONTADOR**

Empresa: _____

DIA	HORA	LECTURA CONTADOR	m ³	RESPONSABLE	SUPERVISOR
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					

Proveedor REACTIVOS QUÍMICOS _____

PRUEBA	FECHA		FECHA		FECHA		FECHA	
	Concentración ppm Cl ₂	Observaciones	Concentración ppm Cl ₂	Observaciones	Concentración ppm Cl ₂	Observaciones	Concentración ppm Cl ₂	Observaciones
1								
2								
3								
4								
5								

PRUEBA	FECHA		FECHA		FECHA		FECHA	
	Concentración ppm Cl ₂	Observaciones	Concentración ppm Cl ₂	Observaciones	Concentración ppm Cl ₂	Observaciones	Concentración ppm Cl ₂	Observaciones
1								
2								
3								
4								
5								

PRUEBA	FECHA		FECHA		FECHA		FECHA	
	Concentración ppm Cl ₂	Observaciones	Concentración ppm Cl ₂	Observaciones	Concentración ppm Cl ₂	Observaciones	Concentración ppm Cl ₂	Observaciones
1								
2								
3								
4								
5								

E.17 TURNOS ASIGNADOS

Desde _____ Hasta _____

Jornada	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Jornada	Domingo
6:00 a.m.-2:00 pm							6:00 a.m.-6:00 pm	
2:00 a.m.-10:00 pm							6:00 p.m.-6:00 am	
10:00 p.m.-6:00 am								

Jornada	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Jornada	Domingo
6:00 a.m.-2:00 pm							6:00 a.m.-6:00 pm	
2:00 a.m.-10:00 pm							6:00 p.m.-6:00 am	
10:00 p.m.-6:00 am								

Jornada	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Jornada	Domingo
6:00 a.m.-2:00 pm							6:00 a.m.-6:00 pm	
2:00 a.m.-10:00 pm							6:00 p.m.-6:00 am	
10:00 p.m.-6:00 am								

