

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL –
SEDE JAÉN



TESIS:

**“EFICIENCIA TECNICA DE LA PLANTA DE
TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE N°2 DE LA
EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS – MARAÑON,
JAEN 2016”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADA POR:

BACHILLER. CECILIA ESTHEFANY QUILICHE AGUIRRE

ASESOR:

DR. ING. GASPAR VIRILO MENDEZ CRUZ

JAÉN-CAJAMARCA-PERÚ

2017

AGRADECIMIENTO

A Dios, por estar presente en mi Vida

A la Empresa Prestadora de Servicios
Marañón – Jaén, por el apoyo y facilidad
de información.

A la Dirección de Salud de JAEN, por el
apoyo en la verificaciones de resultados.

Al Dr. Ing. Gaspar Virilo Méndez Cruz,
por su ayuda y colaboración
desinteresada en el asesoramiento de
mi tesis.

A todas las personas, que me brindaron
su apoyo y ayuda desinteresadamente.

DEDICATORIA

A mi Madre Clorinda Aguirre
Zaquinaula, por su amor incondicional y
por darme lo mejor de los valores.

A mi Padre Manuel Quiliche Llaxa, que
con dedicación y esfuerzo, hizo de mí un
ser perseverante en mis expectativas y
en lograr metas.

A mi Hermano Pedro, por ser una
persona alegre y por qué siempre puedo
contar con su apoyo.

A mi Hermana Jessica, por apoyarme a
pesar de nuestras diferencias, la hace
única en todo momento.

A mi hijo que es la bendición de Dios y
mi principal motivo para seguir adelante.

INDICE

CONTENIDO	PAG.
AGRADECIMIENTO	II
DEDICATORIA	III
INDICE DE CUADROS	VI
INDICE DE FIGURAS	VIII
INDICE DE GRAFICOS	IX
RESUMEN	X
ASBTRACT	XI
CAPITULO I. INTRODUCCION	
1.1 EL PROBLEMA	1
1.2 JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION	2
1.3. OBJETIVOS	
OBJETIVO GENERAL	3
OBJETIVOS ESPECIFICOS	3
CAPITULO II. MARCO TEORICO	
2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS	4
2.2. BASES TEORICAS	5
.2.3 DEFINICION DE TERMINOS	57
CAPITULO III. MATERIALES Y METODOS	
3.1. MATERIALES	
RECURSOS DE MATERIALES	59
RECURSOS HUMANOS	60
LOCALIDAD	60
3.2. METODOS	63

CAPITULO IV. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	111
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	
5.1. CONCLUSIONES.	126
5.2. RECOMENDACIONES.	128
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	129
ANEXOS	130

ÍNDICE DE CUADROS

Contenido	Página
Cuadro N° 01: Dimensiones en metros y caudal m ³ /s, de medidores, Parshall.	10
Cuadro N° 02: Respecto al ancho de Garganta	11
Cuadro N° 03: Clasificación de agua: Influencia de Turbiedad y Alcalinidad en la Coagulación.	14
Cuadro N° 04: Índice de Willcomb	21
Cuadro N°05: Tasas Usuales de filtración en función del nivel de operación.	34
Cuadro N°06: Capa Soporte de Grava para Viguetas Prefabricadas	34
Cuadro N°07: Lecho Filtrante Simple de Arena Sola.	35
Cuadro N°08: Lecho Filtrante Doble de Arena y Antracita.	36
Cuadro N°09: Propiedades típicas de medios filtrantes comunes para filtros de lecho granular	36
Cuadro N°10: Comparación entre las características de diseño de estos diferentes tipos de filtros	37
Cuadro N°11: Límites Máximos Permisibles de parámetros Microbiológicos y Parasitológicos.	46
Cuadro N°12: Límites Máximos Permisibles de parámetros de calidad Organoléptica	47
Cuadro N°13: Frecuencia Mínima de Muestreo para Análisis de parámetros Físico - Químico	49
Cuadro N°14: Frecuencia Mínima de Muestreo para Análisis de parámetros Microbiológicos.	49
Cuadro N°15: Angulo de impacto vs el número de rebotes y la resistencia en kg/cm ² .	56
Cuadro N°16: Coordenadas de PTAP N° 02 NEPS- MARAÑON	62
Cuadro N°17: Materiales usados en el laboratorio	72
Cuadro N°18: Clasificación de la eficiencia, en función de la calidad de la calidad del agua producida.	85
Cuadro N°19: Especificaciones para el medio filtrante.	87

ÍNDICE DE CUADROS

Contenido	Página
Cuadro N°20: Volumen Adicional del Agua para lavado de filtros.	87
Cuadro N°21: Especificaciones de la capa soporte de grava para viguetas prefabricadas	87
Cuadro N°22: Parámetros de Calidad de agua	91
Cuadro N°23: Método de ensayo con esclerómetro en hormigón endurecido – Canal Parshall.	112
Cuadro N° 24: Muestras de campo-Turbiedad de Entrada PTAP N°02 – Salida del Floculador	114
Cuadro N°25: Método de ensayo con esclerómetro en hormigón endurecido. - Floculador	114
Cuadro N°26: Muestras de campo Salida de Floculador y Salida de Decantador -Turbiedad	116
Cuadro N°27: Método de ensayo con esclerómetro en hormigón endurecido- Decantador	117
Cuadro N°28: Filtro con lecho de arena	119
Cuadro N°29: Muestras de campo Salida de Decantador y Salida de Filtros -Turbiedad	120
Cuadro N°30: Método de ensayo con esclerómetro en hormigón endurecido- Filtros.	121
Cuadro N°31: Análisis Físico- Químico y bacteriológico -Salida de PTAP N°02- FECHA 14/10/2016	122
Cuadro N°32: del Análisis Físico- Químico y bacteriológico -Salida de PTAP N°02- FECHA 25/10/2016	122
Cuadro N°33: Análisis Físico- Químico y bacteriológico -Salida de PTAP N°02- FECHA 03/11/2016	123
Cuadro N°34: Cámara de Cloración de los años 2015-2016	123
Cuadro N°35: Método de ensayo con esclerómetro en hormigón endurecido el concreto - Cámara de Contacto	124

ÍNDICE DE FIGURAS

Contenido	Página
Figura N° 01: Bombas Dosificadoras de sustancias líquidas.	12
Figura N°02: Estimación de los gradientes de velocidad cuando se usan jarras de 2 lts.	20
Figura N°03: Aparato agitador para la prueba de jarras con iluminación de la base.	21
Figura N°04: Floculadores de Manto de Lodos	26
Figura N° 05 : Tolvas	30
Figura N° 06: Sistema de Tolvas Separadas	30
Figura N°07: Cámara de Contacto	40
Figura N°08. Detalle de Ubicación del difusor en relación al resalto hidráulico.	40
Figura N°09. Corte Longitudinal del Esclerómetro	54
Figura N°10. Vista en perfil del vertedero y rampa	64
Figura N°11: Medidas de Decantador de la PTAP N°2	115

ÍNDICE DE GRAFICOS

Contenido	Página
Grafico N°01: Localización Geográfica del departamento de Cajamarca.	60
Grafico N°02: Localización Geográfica de la provincia de Jaén.	61
Grafico N°03: Localización Geográfica del distrito de Jaén.	61
Grafico N°04: Ubicación Geográfica de la PTAP- EPS MARAÑOM	62
Grafico N°05: Medidas de filtro rápido	118

RESUMEN.

En este trabajo se determinó la eficiencia técnica de la Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP) N° 02 de la Empresa Prestadora de Servicios de Saneamiento (EPS) Marañón, Jaén. La PTAP es del tipo convencional, conformada por el mezclador rápido, floculador, decantador, filtro rápido y la desinfección. El muestreo y la toma de datos de campo, en cada uno de los elementos que conforman dicha PTAP, se realizó entre octubre y noviembre del 2016, teniendo el apoyo de la EPS Marañón, no solo con sus profesionales sino con su laboratorio, se complementó mediante entrevistas a la población usuaria, a la administración, a los operadores de la PTAP y Dirección de Salud (DISA). El mecanismo que se utilizó para lograr los objetivos, fue determinar valores a la entrada y a la salida de cada uno de los elementos que conformaron la PTAP, entre otros se determinó, la turbiedad, periodo de retención, dosificación de compuesto químico, velocidad de filtración y cloro residual. Finalmente se concluyó que la eficiencia técnica de dicha planta, regular.

Complementariamente se ha propuesto ciertas mejoras a la PTAP, para lograr una mayor eficiencia.

PALABRAS CLAVES: Eficiencia técnica, agua potable, planta de tratamiento, turbiedad, retención.

ASBTRACT

In this work, the technical efficiency of the Potable Water Treatment Plant (PTAP) No. 02 of the Sanitation Services Provider (EPS) Marañon, Jaén was determined. The PTAP is of the conventional type, conformed by the rapid mixer, flocculator, decanter, fast filter and disinfection. The sampling and the taking of field data, in each one of the elements that make up said PTAP, was carried out between October and November of 2016, having the support of the EPS Marañon, not only with its professionals but with its laboratory, it was complemented through interviews with the user population, the administration, the operators of the PTAP and the Health Directorate (DISA). The mechanism used to achieve the objectives was to determine values at the entrance and exit of each of the elements that made up the PTAP, among others was determined, turbidity, retention period, dosage of chemical compound, filtration rate and residual chlorine. Finally, it was concluded that the technical efficiency of said plant is regular.

Complementarily, certain improvements have been proposed to the PTAP, to achieve greater efficiency.

KEYWORDS: Technical efficiency, potable water, treatment plant, turbidity, retention.

CAPITULO I. INTRODUCCION

1.1. EL PROBLEMA

Conscientes de la realidad en que vive la población de nuestro país, por la falta de servicios básicos adecuados y en forma específica al agua potable como elemento esencial para la vida. En muchas ocasiones el agua que consume la población de una comunidad no es adecuada para su consumo, pero al no contar con otras fuentes de agua se ven en la necesidad de consumirla y corren el riesgo de contraer alguna enfermedad hídrica, inclusive en el contexto de que alguna parte del sistema de agua potable haya cumplido con su periodo de diseño complicándose más aun cuando la población haya tenido un crecimiento con cierta aceleración.

Es en este marco que se realizará el estudio de la Eficiencia Técnica de la Planta de Tratamiento de Agua Potable N°2, de la Empresa Prestadora de Servicios Marañón – Jaén, 2016.

La prestación del servicio de agua potable es de vital importancia para el mejoramiento en la calidad de vida de cualquier comunidad, por tal razón es relevante realizar control y vigilancia a las entidades prestadoras del servicio, para dicha tarea existen diferentes instituciones como el Ministerio de Salud, Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento, Gobiernos Regionales, Gobiernos Locales Provinciales y Distritales, Organizaciones comunales y civiles representantes de los consumidores, el Ministerio del Ambiente, entre otras.

No obstante la intervención de tales instituciones podría ser insuficiente al momento de evaluar con precisión y rigor los sistemas de suministro de agua potable a las ciudades, en especial si se trata de localidades lejos de la capital, esta situación se presta para que la prestación del servicio por parte de la empresa disminuya su calidad, al no tener un ente de control que examine su labor.

Es por ello que el estudio realizado por una persona ajena a instituciones del estado es de gran ayuda a la hora de evaluar estos sistemas, claro está sin omitir

la normatividad concerniente al tema, apoyado básicamente en las referencias Reglamento de la calidad de Agua para Consumo Humano, Reglamento Nacional de Edificaciones, las cuales determinan las condiciones de calidad del agua potable ofrecida por una entidad pública o privada.

Enmarcados en el derecho al agua que tiene todo ser humano, es que se plantea aspectos de solución adecuadas y eso pasa por evaluar el funcionamiento de la Planta de Tratamiento de Agua Potable N° 2, de la EPS Marañón - Jaén. Es por ello que se plantea lo siguiente:

¿Cuál es la eficiencia técnica con la que opera la Planta de Tratamiento de Agua Potable N° 2, de la EPS Marañón – Jaén en la actualidad?

1.2. JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACIÓN.

Para poder optimizar la calidad del agua potable es estrictamente necesario realizar una revisión minuciosa en cada uno de los procesos que se realizan en el tratamiento de la misma, para ello se aplican conceptos de orden físico, químico y microbiológico; que se enmarcan en el aspecto teórico, de igual manera se emplean conocimientos prácticos en cuanto a las metodologías de diseño, procesos constructivos entre otros, todo ello con el fin de optimizar el funcionamiento de la planta de potabilización.

Con los resultados obtenidos serán beneficiados los usuarios directos de la planta de tratamiento de agua potable, es decir la comunidad en general, puesto que en caso de hallarse irregularidades en el funcionamiento y/o estructura de la planta se podrá recomendar las posibles soluciones en pro de mejorar la calidad del agua y por ende la calidad de vida de la población de Jaén. Igualmente la entidad que presta el servicio enriquecerá su conocimiento respecto a su labor, al ser estudiada por una persona totalmente ajena a sus representantes.

Por otra parte, es de gran importancia que se realicen proyectos semejantes en otros municipios con poblaciones que no sean tan considerables, es decir, en aquellos en los que un estudiante de pregrado esté en condiciones de realizar una evaluación concierne y veraz para tal efecto de realizarse el presente proyecto podría ser de gran ayuda para el planteamiento metodológico de

proyectos futuros, relacionados con el tema de investigación, de este modo además de trabajar el campo investigativo se desarrolla un aspecto social en cuanto a la colaboración prestada a una comunidad determinada, ítem de importancia relevante en la sociedad actual en la que poco se rescata del valor civil de las cosas a nivel laboral y/o profesional, en la ingeniería civil.

Por lo tanto, se justifica el Estudio de la eficiencia técnica de la planta de tratamiento de Agua Potable N° 2, de la EPS Marañón - Jaén, tanto desde el punto técnico como sanitario

1.3. OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

Determinar la eficiencia técnica de la Planta de Tratamiento de Agua potable N°2, de la EPS Marañón - Jaén.

1.3.2 Objetivos Específicos

1. Determinar si el caudal de operación satisface al diseño de la planta de tratamiento de agua potable.
2. Describir la operación de cada uno de los procesos del tratamiento del agua potable en la EPS Marañón.
3. Comparar los requerimientos de calidad estipuladas por las normas, respecto a los que se llevan a cabo en la planta de tratamiento de Agua Potable N° 2, de la EPS Marañón - Jaén.
4. Dar una alternativa de solución a la deficiencia del sistema .

CAPITULO II. MARCO TEORICO

2.1 ANTECEDENTES TEÓRICOS.

2.1.1 Antecedentes Internacionales

Para evaluar cada uno de los procesos de Tratamiento desarrollados en Planta de tratamiento , se tomaron muestras de agua (con la planta de funcionamiento) a la entrada y salida del aireador, a la salida del tanque de floculación-sedimentación, a la salida del filtro sin adición de cloro y en un punto de la red distribución, en las cuales registran cuatro análisis de turbiedad, color, pH, hierro y cloro residual libre (en red) realizados en diferentes tiempos para determinar la eficiencia de los procesos. Según los Autores (Vargas, et al 2009).

2.1.2 Antecedentes Nacionales

Se realizó una evaluación a la planta de tratamiento de agua de Huancavelica – Perú, donde tiene como objetivo evaluar cada uno de los procesos de tratamiento y determinar las condiciones como se desarrollan las actividades de operación mantenimiento y control de calidad en la planta de tratamiento de agua (PTA) de la ciudad de Huancavelica. (Cánepa, 1996)

Se realizó la evaluación de la calidad fisicoquímica y bacteriológica al Río Ichu y el riachuelo Callqui fuentes de abastecimiento a la planta y también realiza un diagnóstico a cada una de las estructuras del sistema de tratamiento, llegando a conclusiones y recomendaciones tales como:

- Llevar un registro estadístico de la cantidad de agua tratada, así como de la calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua cruda, efluente de los procesos de tratamiento y del agua producida.
- Utilizar difusores como dispositivos de aplicación de coagulantes y cal. Estos dispositivos permitan realizar una aplicación uniforme en toda la masa de agua.
- Es necesario que la planta cuente con sistema de medición de caudal. La canaleta Parshall no indica valores reales de caudal por estar trabajando ahogada.

2.2 BASES TEORICAS.

2.2.1 Eficiencia Técnica

Es la obtención de la mayor cantidad posible de producto (100 % en agua potable), a partir de un conjunto dado de insumos. Adviértase que la anterior definición implica analizar relaciones puramente físicas o ingenieriles entre insumos y productos (CEPAL, Febrero2011).

El agua posee ciertas características que definen su calidad y su uso, dichas características son de tres tipos; físicas, químicas y microbiológicas

En los años setenta, se comenzaron a derivar líneas de formulación teórica y aplicación práctica para la medición de eficiencia, que pueden agruparse en cuatro perspectivas:

- a) Eficiencia insumo-producto.
- b) Eficiencia a lo largo del tiempo.

Para la medición de la eficiencia desde la perspectiva de los factores, las medidas se definen describiendo requerimientos de insumos para un nivel de producto fijo (capital o trabajo por unidad, por ejemplo). Un excesivo uso de insumos denota ineficiencia técnica. Son medidas útiles en ciertos contextos, cuando por ejemplo, la producción no se puede disminuir, como en los casos de mandato regulatorio de provisión de servicios. Desde la perspectiva de los productos, la eficiencia se mide cuando se procura maximizar producción restringiendo el uso de insumos. La ineficiencia del lado del producto se origina en razones técnicas —no se maximiza producto con los factores disponibles—, pero también puede deberse a que se opere en un tramo congestionado de su tecnología, o en una escala de producción no óptima, o en que la combinación de productos seleccionada no es la que maximiza el ingreso dados los precios vigentes. Las anteriores medidas se califican como “radiales”, en tanto buscan disminuciones de insumos (para un nivel de producto) o aumentos de producción proporcionales (para un nivel de uso de insumos). En el enfoque insumo-producto, no se contempla la proporcionalidad anterior, sino que se consideran variables tanto los insumos como los productos. Es decir, que la ineficiencia podría provenir a la vez de escasa producción para los insumos usados, o la posibilidad de ahorrar insumos para el nivel de producción generado. La

eficiencia técnica mide en este caso, la máxima disminución de insumos e incremento de productos, técnicamente posibles. Por último, la eficiencia a lo largo del tiempo registra la evolución temporal en el uso de factores, productos o relación de insumo-producto.

La realidad es más compleja. Las empresas no son idénticas y a veces ni siquiera similares, y por lo tanto resultaría muy injusto aplicar una fórmula de este tipo con firmas no comparables. La heterogeneidad de las empresas de agua tiene que ver con:

- a) La diferente calidad del servicio.
- b) Las condiciones geográficas e hidrográficas de la empresa, por ejemplo, la topografía, la densidad de la población, la distancia de las fuentes, la mezcla entre fuentes superficiales y subterráneas, la calidad del agua cruda, etc.
- c) El estado de la infraestructura, por ejemplo, su edad y condición, y soluciones tecnológicas utilizadas (fuentes públicas o conexiones domiciliarias de agua potable, alcantarillado convencional, condominial o letrinas).
- d) La naturaleza del consumo, por ejemplo, la estacionalidad y la mezcla entre usuarios domésticos e industriales. Según (Ferro G, et al febrero 2011, Eficiencia y su medición en Prestadora de Servicios de Agua y Alcantarillado) .

2.2.2 Propiedades Físicas

En el tratamiento de agua para el consumo humano se combate principalmente cuatro parámetros de gran importancia: el color, la turbiedad, el sabor y el olor (Según Ada Barrenechea, Aspectos Físicos Químicos de la calidad del Agua).

- Temperatura (T°):

Es uno de los parámetros físicos más importantes en el agua, pues por lo general influye en el retardo o aceleración de la actividad biológica, la absorción de oxígeno, la precipitación de compuestos, la formación de depósitos, la desinfección y los procesos de mezcla rápida, floculación, sedimentación y filtración.

Se expresa en °C y se puede medir con un termómetro de mercurio en un capilar de vidrio o con sensores de temperatura que está incluido en los equipos electrónicos como los pH metros y Conductímetro que necesitan una

compensación electrónica de temperatura para reportar los resultados.

- **Turbiedad**

Es la capacidad que tiene una sustancia ya sea líquida o sólida, de diseminar en ella un haz luminoso que pase a través de la misma, generalmente esta propiedad se ve afectada por el arrastre de sólidos, o el contacto del agua con suelos, algas o colonias de bacterias dicha característica del agua es medida en unidades nefelométrica de turbiedad (UNT).

- **Conductividad:**

La conductividad de una muestra de agua es una medida de la capacidad para transportar una corriente eléctrica, varía con el tipo y cantidad de iones que contenga y depende de la Temperatura. Una solución 0.01 N de KCl tiene una conductividad de 1411.8 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 25°C.

- **Sabor y Olor**

Se presenta estas propiedades en el agua, debido a la presencia de minerales o sustancias orgánicas disueltas en la misma, su determinación es netamente subjetiva y se califica como aceptable o no aceptable.

2.2.3 Propiedades Químicas

Hace referencia a sustancias presentes en el agua que la caracterizan en su comportamiento y reacción con otras sustancias, las más combatidas en el tratamiento de agua son: el control del pH, la presencia de sales (conductividad), y la de sustancias perjudiciales para la salud humana, así tenemos: el azufre, el mercurio, el hierro, el bromo, el plomo entre otras. Sin embargo el agua potable debe tener cierta cantidad de sustancias químicas, sin convertirse en un riesgo para la salud bienestar de la población usuaria.

- **pH**

Las Normas internacionales para el agua potable de la OMS de 1958 sugirieron que un pH inferior a 6,5 o superior a 9,2 afectaría notablemente a la potabilidad del agua. Las Normas internacionales de 1963 y 1971 mantuvieron el intervalo 6,5-9,2 del pH como intervalo admisible o permisible. En la primera edición de las Guías para la calidad del agua potable, publicada

en 1984, se estableció como valor de referencia para el pH un intervalo de 6,5 a 8,5, basado en consideraciones relativas a las características organolépticas del agua. Se señaló que el intervalo aceptable de pH podría ser más amplio en ausencia de un sistema de distribución. En las Guías de 1993 no se propuso ningún valor de referencia basado en efectos sobre la salud para el pH. Aunque el pH no suele afectar directamente a los consumidores, es uno de los parámetros operativos más importantes de la calidad del agua, siendo su valor óptimo generalmente de 6,5 a 9,5.

- Conductividad

Es la capacidad de un material de conducir a través de él, corriente eléctrica, su unidad de medición es el microsiemens.

- Dureza

Se conoce como la resistencia que ejerce un material ha ser rallado, penetrado o deformado por otro, no obstante cuando al agua se refiere se conoce como dureza total, y se define como la concentración de calcio y magnesio, en el agua, se controla este parámetro ya que afecta la salud humana.

2.2.4 Propiedades Microbiológicas

Se distinguen como la presencia de organismos vivos en el agua (microorganismos), los cuales son generadores de diferentes enfermedades de origen hídrico que afectan directamente la salud de la población consumidora.

- Escherichia Coli

Es una bacteria comúnmente encontrada en la materia fecal del hombre y de algunas especies animales, su nicho ecológico es el intestino, y se ha reconocido como un agente potencialmente patógeno ya que produce síndrome clínico como, infección de vías urinarias, cuadro diarreico, sepsis y meningitis entre otros. Por tal razón su presencia en el agua indica una alta contaminación por vertimiento de aguas residuales, aguas arriba.

2.2.5 Evaluación de las estructuras

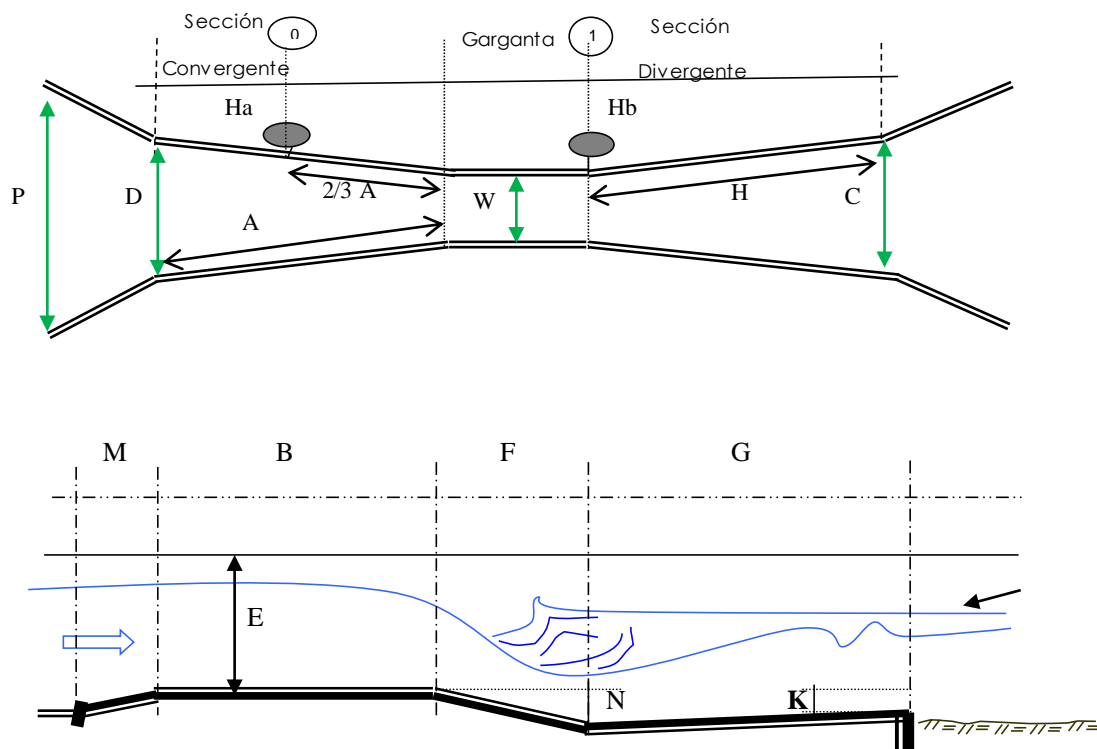
a) Canal Parshall.

Se utiliza con doble finalidad de medir el caudal afluente y realizar la mezcla rápida. Generalmente trabaja con descarga libre. La corriente líquida pasa de una condición supercrítica a una subcrítica, originando el resalto. Fue ideada por R.L. Parshall, 1927 y patentada en varios tamaños con las dimensiones indicadas,

- Dimensionamiento del Aforador Parshall.

Calculo de Ancho de la Garganta (W): Expresada en Pies, cm y pulgadas.

$$\frac{1}{3} D < W < \frac{1}{2} D$$



Donde:

W = Tamaño del canal (ancho de la garganta)

A = Longitud de la parte lateral de la sección convergente.

$2/3 A$ = Distancia posterior al extremo de la cresta al punto de medida

B = Longitud axial de la sección convergente.

C = Ancho del extremo aguas abajo del canal.

D = Ancho del extremo aguas arriba del canal

E = Profundidad del canal.

F = Longitud de garganta.

G = Longitud de la sección divergente.

K = Diferencia de cotas entre el extremo inferior y la cresta

N = Profundidad de la dispersión en la garganta debajo de la cresta.

Utilizando el **Cuadro N°01**: Dimensiones en Metros y caudal m³/s, de medidores Parshall.

W		A	B	C	D	E	F	G	K	N	X	Y	Caudal límite para flujo libre	
													máx.	mín.
Pies	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m ³ /s.	m ³ /s.
0.25	0.0762	0.4663	0.4572	0.1777	0.2585	0.381	0.1524	0.3048	0.0253	0.057	0.0253	0.0381	0.0336	0.0008
0.50	0.1524	0.6218	0.6096	0.3938	0.3938	0.4572	0.3048	0.6096	0.0762	0.1143	0.0509	0.0762	0.1092	0.0014
0.75	0.2286	0.0.9635	0.8635	0.5639	0.5502	0.6096	0.3048	0.4572	0.0762	0.375	0.0509	0.0762	0.2454	0.0025
1.00	0.3048	1.3716	1.343	0.6096	0.8446	0.9144	0.6096	0.9144	0.0762	0.2286	0.0509	0.0762	0.4508	0.0098
2.00	0.6096	1.524	1.4953	0.9144	1.2064	0.9144	0.6096	0.9144	0.0762	0.2286	0.0509	0.0762	0.9268	0.0185
3.00	0.9144	1.6764	1.6447	1.2192	1.5715	0.9144	0.6096	0.9144	0.0762	0.2286	0.0509	0.0762	1.4112	0.0272
4.00	1.2192	1.8288	1.7937	1.524	1.9367	0.9144	0.6096	0.9144	0.0762	0.2286	0.0509	0.0762	1.9012	0.0353
5.00	1.524	1.9812	1.9431	1.8288	2.3018	0.9144	0.6096	0.9144	0.0762	0.2286	0.0509	0.0762	2.3968	0.0616
6.00	1.8288	2.1336	2.0925	2.1336	2.667	0.9144	0.6096	0.9144	0.0762	0.2286	0.0509	0.0762	2.898	0.0736
7.00	2.1336	2.286	2.2415	2.4384	3.0322	0.9144	0.6096	0.9144	0.0762	0.2286	0.0509	0.0762	3.3992	0.1142
8.00	2.4384	2.4384	2.3909	2.7432	3.3973	0.9144	0.6096	0.9144	0.0762	0.2286	0.0509	0.0762	3.906	0.1294
10.00	3.048	2.7432	4.2672	3.6576	4.7561	1.2192	0.9144	1.8288	0.1524	0.3429	0.3048	0.2286	5.6	0.2548
12.00	3.6576	3.048	4.8768	4.4705	5.6071	1.524	0.9144	2.4384	0.1524	0.3429	0.3048	0.2286	9.8	0.2548
15.00	4.572	3.5052	7.62	5.5879	7.62	1.8288	1.2192	3.048	0.2286	0.3505	0.3048	0.2286	16.8	0.2548
20.00	6.096	4.2672	7.62	7.3152	9.144	2.1336	1.8288	3.5576	0.3048	0.6858	0.3048	0.2286	28	0.28
25.00	7.62	5.029	7.62	8.9407	10.668	2.1336	1.8288	3.9624	0.3048	0.6858	0.3048	0.2286	33.6	0.42
30.00	9.144	5.7912	7.9248	10.5665	12.3127	2.1336	1.8288	4.2572	0.3048	0.6858	0.3048	0.2286	42	0.42
40.00	12.192	7.3152	8.2296	13.8175	15.4814	2.1336	1.8288	4.8768	0.3048	0.6858	0.3048	0.2286	56	0.56
50.00	15.24	8.8392	8.2296	17.2721	18.5294	2.1336	1.8288	6.096	0.3048	0.8687	0.3048	0.75	84	0.7

Fuente: J. M. De Azevedo y Guillermo Acosta, Manual de Hidráulica

Luego se verifica que el caudal calculado este entre los rangos del caudal mínimo y máximo.

- Calculo de Resalto Hidráulico:

Se calcula h_0 : $h_0 = K \times Q^n$

En siguiente

Cuadro N° 02: Respecto al ancho de garganta

W		k	n
Pulg.	m.		
3"	0.0762	3.704	0.646
6"	0.1524	1.842	0.636
9"	0.2286	1.486	0.633
12"	0.305	1.276	0.657
1'	0.3048	1.276	0.657
1 1/2'	0.6096	0.966	0.65
2'	0.9144	0.795	0.645
3'	1.2192	0.608	0.639
4'	1.524	0.505	0.634
5'	1.8288	0.436	0.63
6'	2.1336	0.389	0.627
8'	2.4384	0.324	0.623

b) Dosificación

Estos sistemas son comunes en las plantas de tratamiento y se usan para dosificar coagulantes, oxidantes, inhibidores de la corrosión, sustancias químicas para el ajuste del pH, control de sabor y olor, desinfectantes, fluoruro, etc. Tipos de dosificadores de sustancias químicas:

Bombas dosificadoras de sustancias líquidas

Estos sistemas son muy sencillos y se ilustran a continuación. El sistema se compone de lo siguiente:

Tanque para la solución química

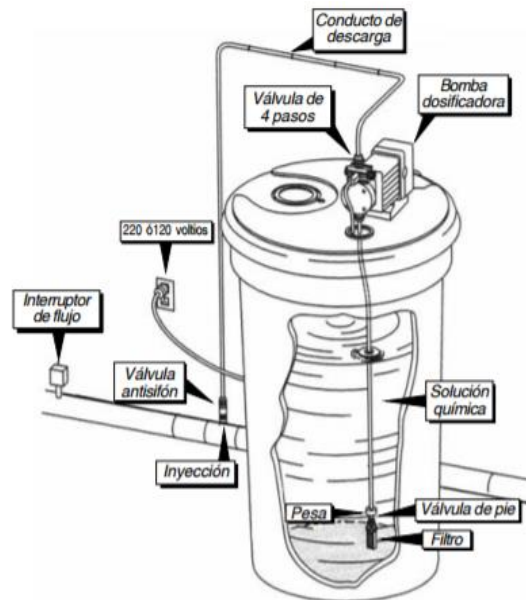
Bomba dosificadora

Válvula de inyección con válvula de control

Sistema de control eléctrico con interruptor de flujo en caso de fallas

Área de almacenamiento de sustancias químicas.

FIGURA N° 01: Bombas dosificadoras de sustancias líquidas



Para dosificar se tiene en cuenta en el agua lo siguiente:

- Para cada turbiedad existe una cantidad de coagulante, con el que se obtiene la turbiedad residual más baja, que corresponde a la dosis óptima.
- Cuando la turbiedad aumenta se debe adicionar la cantidad de coagulante no es mucho debido a que la probabilidad de colisión entre las partículas es muy elevada; por lo que la coagulación se realiza con facilidad; por el contrario cuando la turbiedad es baja la coagulación se realiza muy difícilmente, y la cantidad del coagulante es igual o mayor que si la turbiedad fuese alta.
- Cuando la turbiedad es muy alta, conviene realizar un pre sedimentación natural o forzada, en este caso con el empleo de un polímero aniónico.
- Es siempre más fácil coagular las aguas de baja turbiedad y aquellas contaminadas por desagües domésticos industriales, porque requieren mayor cantidad de coagulante que los no contaminados.

pH: Es una forma de expresar la concentración Hidrogeno $[H^+]$ o más exactamente de su actividad. Se usa universalmente para expresar la intensidad de las condiciones ácidas o alcalinas de una solución.

Se define el pH como el logaritmo base 10 del inverso de la concentración de los iones H^+ .

$$pH = \log(1/[H^+]) = -\log[H^+]$$

La escala va de 0 hasta 14 y 7 representa la neutralidad.

Varía con la Temperatura, ya que esta influye en el grado de disociación de los compuestos en solución aumentando o disminuyendo la concentración de iones.

- **Coagulante**

Es el primer proceso que se realiza en la planta de tratamiento. En el, se produce la mezcla del coagulante con el agua para provocar que las partículas que provocan la turbiedad puedan juntarse, aumentar su tamaño y peso para luego ser separadas del agua por medio de la sedimentación y filtración. Los principales factores que influyen en el proceso, se describen a continuación:

- Características del agua cruda:

Las características del agua cruda que más influyen en la eficiencia del proceso son: turbiedad, alcalinidad, PH, tamaño de las partículas y la temperatura.

- Variables químicas:

Las principales variables químicas del proceso son: la dosis óptima, el PH óptimo, la alcalinidad y la concentración óptima de coagulante. Los materiales y procedimientos para las pruebas de laboratorio que determinan estas variables químicas se presentan

- Condiciones de mezcla rápida:

Se refiere a las condiciones de intensidad, agitación y tiempo de retención que debe reunir la masa de agua en el momento en que se dosifica el coagulante. En este punto es importante incluir también la forma de aplicación del coagulante, la cual debe realizarse uniformemente a través de toda la masa de agua y en el punto de mayor turbulencia de la unidad de mezcla rápida.

¿Qué cantidad de coagulante se agrega al agua cruda?

La cantidad de coagulante que se agrega se le llama dosis y se mide en mg. /l. o sea peso de sulfato (mg) agregados por cada litro de agua que entra a la planta.

Cuando un agua entra a la planta lo hace con un grado de turbiedad. Para esta turbiedad hay una dosis de coagulante que hace que la turbiedad al final del tratamiento sea lo más pequeña posible. A esta cantidad de coagulante aplicada se le llama “dosis óptima de coagulante”.

CUADRO N° 03: Clasificación del agua: Influencia de la Turbiedad y alcalinidad en la coagulación.

Tipo de Agua	Sulfato de Aluminio
Tipo I: Alta turbiedad – alta alcalinidad (Fácil de coagular)	- Efectivo a pH 5 – 7 - No requiere adición de alcalinidad y coagulantes ayuda.
Tipo II: Alta Turbiedad – baja alcalinidad	- Efectivo a pH 5-7- -Puede necesitar adicionar alcalinidad si disminuye el pH durante el tratamiento.
Tipo III: Baja turbiedad – alta alcalinidad	-Efectivo en altas dosis. - Puede necesitar un coagulante ayuda para dar peso al floculo y sedimentar.
Tipo IV: Baja turbiedad – baja alcalinidad (Muy difícil de coagular)	-Efectivo solo para floculos de barrido, pero la dosis alta destruye la alcalinidad. -Deberá adicionarse alcalinidad para producir un tipo III o arcilla para un tipo II

Fuente: Proceso de Coagulación/ Floculación en el Tratamiento del agua- Sulfato de Aluminio- Silicatos y Derivados S.A. de C.V.

- Policloruro de aluminio (PAC)

Es un Polímero inorgánico de mediana basicidad, fabricado a partir de materias primas seleccionadas, bajo estrictas condiciones de proceso. Corresponde a un producto cuya fórmula general es $Al_n(OH)_mCl_{(3n-m)}$. Es un producto que se presenta en forma líquida lo que facilita su manejo y su aplicación en plantas industriales y de potabilización.

Uno de ellos es el Policloruro de Aluminio (PAC), que ofrece mejores características coagulantes y floculantes que las sales de hierro o aluminio normalmente usadas.

Este lo usaremos también en nuestra planta como complemento al sulfato de alúmina.

Señalaremos las ventajas del uso del Policloruro de aluminio (PAC).

1.- Gran fuerza coagulante /floculante.

Coagula muy bien sólidos suspendidos o dispersiones coloidales produciendo flóculos de fácil sedimentación y filtrables. Las instalaciones requeridas para tratamiento con (PAC) son más pequeñas que aquellas que utilizan sulfato de alúmina o bien procesan mayor cantidad de agua en las ya existentes.

2.- Facilidad de uso.

Es de fácil manejo, almacenamiento, dosificación. Se necesita mucha menor zona de almacenamiento que el sulfato de aluminio ya que se usa de 3 a 6 veces menos que el sulfato sólido y de 8 a 15 veces menos que el sulfato líquido.

3.- No requiere un ajuste de pH.

Se elimina o disminuye considerablemente el uso de alcalinos ya que el pH del agua permanece invariable aun en el caso de sobredosis.

4.- Un rango de trabajo de pH más amplio.

El PAC trabaja sin perder eficiencia en su rango mayor de pH que el sulfato de alúmina y otros coagulantes. Trabaja en un rango de pH de 6 a 9, siendo efectivo en rangos como de 5 a 10.

5.- Efectividad inalterable por la temperatura.

El poder coagulante del PAC no se ve afectado por la temperatura del agua. Permanece igualmente efectivo aun en aguas muy frías.

6.- Velocidad de reacción muy alta y formación rápida de flóculos.

Forma flóculos más rápido que el sulfato reduciendo así el tiempo de residencia. Por lo tanto se puede tratar mayor volumen de agua.

7.- Amplio rango de aplicaciones.

Es particularmente efectivo tanto técnica como económicamente, en el tratamiento de diversos efluentes bien sea para tratamiento de aguas potables como residuales con alto grado de turbidez.

8.- Menor producción de lodos residuales.

9.- Menor cantidad o dosis de aluminio residual.

10.- Mejor comportamiento en la eliminación de sustancias orgánicas.

11.- Mejor comportamiento en la eliminación turbiedad y color.

12.- Menor consumo.

Se necesita una concentración 3 veces menor en peso para obtener los mismos resultados que con los de partículas sólidas.

13.- Producto que se disuelve fácil en la preparación de la dosis y sin insolubles.

14.- Ahorro en transporte, almacenaje, y manipulación.

15.- De PAC se usa de 20 a 40 ppm. Y de sulfato de 60 a 120 ppm.

Como inconvenientes observamos que:

Precio más alto por kg. Que con el sulfato pero se ahorra en el transporte y que la cantidad usada es menor.

- **SULFATO DE ALUMINIO**

El sulfato de aluminio es una sal sólida y de color blanco. Generalmente es usada en la industria como floculante en la purificación de agua potable y en la industria del papel.

Sulfato de aluminio para el tratamiento de agua potable: El sulfato de aluminio permite clarificar el agua potable, ya que es un coagulante y por ello sedimenta los sólidos en suspensión, los cuales por su tamaño requerirán un tiempo muy largo para sedimentar.

- Sulfato de aluminio para el tratamiento de aguas residuales: El sulfato de aluminio es un producto económico y efectivo en la eliminación del fósforo en las plantas de tratamiento de agua residual, tanto municipal e industrial, y clarifica el agua al precipitar los sólidos suspendidos.

El uso del sulfato de aluminio para tratamiento de agua está aprobado en Estados Unidos por American Water Works Association (AWWA). Adicionalmente, cuenta con certificaciones nacionales e internacionales tales como:

- NSF (National Sanitation Foundation) de Estados Unidos para toxicología en agua potable
- CERTIMEX (Certificación Mexicana, S.C) antes IMTA
- ISO 9002 Norma Internacional para Sistema de Calidad.

Aplicación dosis óptima de coagulante

La dosis óptima es la cantidad mínima de sulfato de aluminio y el PAC que nos permite obtener la mayor eficiencia en el tratamiento, es decir, la cantidad más pequeña con la que obtenemos la menor turbiedad al final del tratamiento. Su valor cambia, según varía la calidad del agua que se va a tratar.

La determinación de dosis óptima se realiza en laboratorio, mediante la realización de pruebas de jarras.

Los aspectos a tomar en cuenta para poder aplicar la dosis óptima de coagulante son: Características químicas del agua cruda (PH y alcalinidad), Turbiedad, Caudal de agua cruda, Concentración de solución de coagulante.

Procedimiento:

a) Determinar el PH y la alcalinidad del agua cruda, con lo cual se identifica el tipo de agua (A, B ó C) que se va a tratar.

b) Medir la turbiedad del agua cruda.

Si la turbiedad de agua cruda es <10 UNT, se debe poner a operar la planta de tratamiento con filtración directa.

c) Con este valor de turbiedad, en la recta de dosis óptima para ese tipo de calidad del agua, se identifica la dosis a aplicar.

Pruebas de Jarras

Según Black y Colaboradores, los primeros aparatos para realizar la prueba de jarra fueron desarrollados en los Estados Unidos, entre 1918 – 1921, por Langelier y Baylis separadamente. Desde entonces la prueba de jarras ha constituido uno de los principales instrumentos de trabajo en las plantas de Tratamientos de aguas de todo el mundo.

La prueba de jarras se ejecuta básicamente colocando en cinco o seis vasos de precipitado o frascos de boca ancha de 1 a 3 litros de agua de la muestra, agregándole diversas dosis de coagulantes a cada uno mientras se agita fuertemente la muestra, y luego suspendido la agitación violenta y dejando por 10-30 min una agitación lenta, durante la cual se observa el aspecto y tamaño del floc formando en cada vaso.

Este ensayo intenta simular las condiciones en las cuales coagula el agua en la planta de tratamiento.

Sin embargo, dado el pequeño volumen (1 a 3 lts) que los vasos de precipitado contienen en comparación con el gran volumen de los tanques de floculación reales, la prueba de jarras constituye una pobre reproducción del proceso que se efectúa en el prototipo.

Con respecto a las soluciones

- (a)** Evitar la hidrólisis de la solución de coagulante que se usa. Tanto más débil una solución patrón de coagulantes y más alto sea su pH, más rápidamente se hidroliza, esto es reacciona con el agua para formar compuestos que coagulan más lentamente. Nickel considera que soluciones menores de 2% (20gr por 100 ml) no deben guardarse por más de un día.
- (b)** Es preferible tener una solución patrón concentrada (mayor del 10%) y preparar a partir de ella la solución diluida del 1% (10 gr por 1000 ml), cada vez que se va a hacer la prueba de jarras. Cuando se hace la dosificación de coagulantes en húmedo en la planta de tratamiento, se puede usar como solución patrón la misma que se utiliza en el prototipo.
- (c)** En todos los casos, la solución de coagulantes debe estar fresca y conviene, por eso, marcar la fecha de preparación en el frasco donde se la mantenga. Se ha observado siempre que soluciones recientemente hechas, no dan el mismo resultado que las que han sido almacenadas por bastante tiempo.

Con respecto al volumen de agua

Mejores resultados se obtienen usando volúmenes grandes de agua que volúmenes pequeños. En lo posible deben preferirse jarras de 1 a 2 lts a las de 0.5 lts o menos.

Con respecto a la Temperatura

La prueba de jarras debe realizarse a la misma temperatura que la que tiene el agua en la planta de tratamiento. El dejar las jarras sobre el iluminador de la base prendido, o sobre un objeto caliente, cambia rápidamente la temperatura del agua por su poco volumen y produce resultados variables e inconsistentes.

Con respecto a la adición de coagulantes

Los coagulantes deben ser añadidos en el mismo orden en que se agregan en la planta de tratamiento y lo más rápidamente posible a las seis jarras. De lo contrario podrían cometerse errores al juzgarse la rapidez con que aparece el primer floc. El punto donde se agregan los coagulantes tiene también importancia. Deben estos aplicarse con una pipeta profundamente dentro del líquido y junto al eje de las paletas. Si el pH inferior a 4 la especie primariamente presente la constituían iones hidratados que son mucho más activos como coagulantes que los compuestos que se forman a pH mayor.

Con respecto a la Velocidad de rotación de las paletas

Por las razones expresadas al principio del capítulo, la prueba de jarras nunca será un verdadero modelo a escala de los mezcladores y floculadores de la planta. Sin embargo la energía que se comunique al líquido con los agitadores, influencia grandemente el proceso. Algunos operadores suelen usar 80 -100 rpm durante 30 seg. Para la mezcla rápida y 20-40 rpm durante 15-30 min para la mezcla lenta. Pero es preferible tratar de encontrar una energía de agitación que produzca un resultado comparable al de la planta. El mantener una velocidad de rotación de las paletas del aparato de prueba de jarras igual a la del

mezclador y Floculador real, no necesariamente produce resultados comparables.

LA FIGURA N°02: Tomada básicamente de Camp, puede ayudar en la estimación de los gradientes de velocidad cuando se usan jarras de 2 lts.

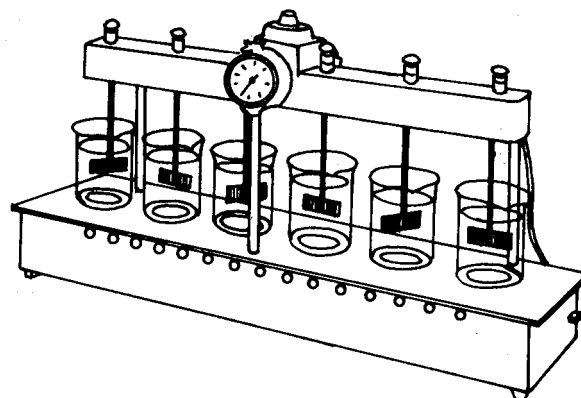
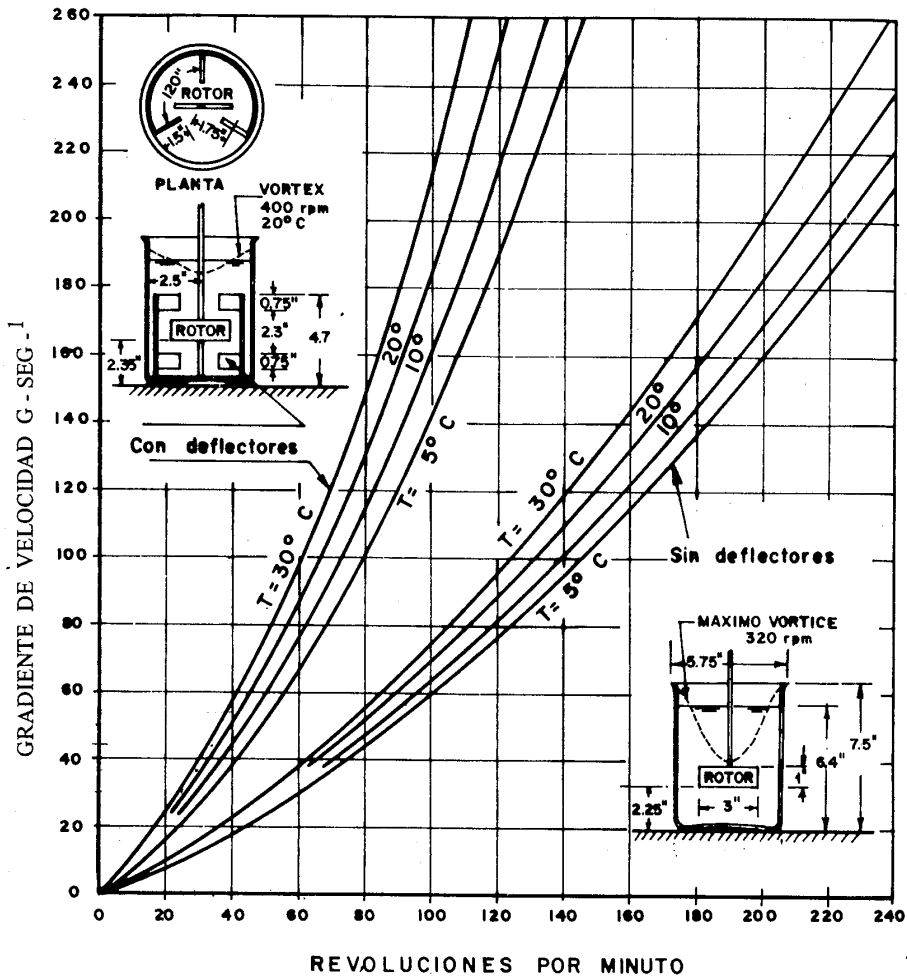


Figura N° 03 Aparato agitador para la prueba de jarras con iluminación de la base



Podría preguntarse entonces, qué es lo que mide, y qué resultados se obtienen con este ensayo.

Considerable número de determinaciones se pueden realizar, unas de orden cualitativo y otras, cuantitativo. Vamos a describir algunas:

Observación Visual: Es la que más comúnmente se hace. Consiste simplemente en observar la forma como se desarrolla el floc en cada una de las jarras, escogiendo aquella que produzca el floc más grande, de mayor velocidad de asentamiento aparente, y que deje ver un agua más cristalina entre las partículas coaguladas.

La comparación de los tamaños del floc no es fácil. Algunos prefieren estimarlo en milímetros en forma muy aproximada. Otros prefieren usar el Índice de Willcomb tal como se incluye en el Cuadro N° 04.

CUADRO N°04: INDICE DE WILLCOMB

Número del Índice	Descripción
0	Floc coloidal. Ningún signo de aglutinación
2	Visible. Floc muy pequeño, casi imperceptible para un observador no entrenado.

4	Disperso. Floc bien formado pero uniformemente distribuido. (Sedimenta muy lentamente o no sedimenta)
6	Claro. Floc de tamaño relativamente grande pero que precipita con lentitud
8	Bueno. Floc que se deposita fácil pero no completamente.
10	Excelente. Floc que se deposita todo dejando el agua cristalina

Fuente: Coagulantes naturales de origen vegetal (Galvis R, et al 2006)

Las observaciones visuales de este tipo son cualitativas y dependen, por eso, grandemente del criterio de quien hace los ensayos.

Tiempo de formación de Floc: Determinar en segundos el tiempo que tarde en aparecer el primer indicio de formación de floc, es uno de los sistemas para cuantificar la velocidad de la reacción. La iluminación de la base del agitador ayuda en esta determinación, la que ni aun así suele ser fácil, pues el floc cuando recién se forma suele ser incoloro. Por otra parte, el floc que se forma más rápido no necesariamente es el mejor. Cuando no se puede iniciar la coagulación simultáneamente en todas las jarras, debe tomarse con un cronometro los tiempos en que se aplicaron los coagulantes a cada una.

Volumen del floc sedimentado: Otra medida muy simple de hacer es verter en un cilindro graduado el agua coagulada, y medir al cabo de 24 horas la cantidad de lodos depositados. Cuando la muestra es bastante turbia o cuando proviene de una carpeta de lodos, se puede obtener una idea del porcentaje de sedimentos no compactados que se pueden esperar o concentración de sólidos en la suspensión. Con aguas ligeramente turbias la lectura del volumen de lodos se hace muy difícil.

Cantidad de Coagulante Residual: Es una prueba muy útil para estimar la sobredosis de coagulantes, en especial cuando se usa sulfato de aluminio. Se ejecuta pipeteando 50 ml. Del sobrenadante de las pruebas de jarras, después

de haber dejado sedimentar el soluble en proporción de un 0.2 a 0.4 mg/lit, por lo tanto cantidades mayores son indicativas de un exceso de coagulantes. Este ensayo suele hacerse rutinariamente con el agua sedimentada en las plantas de tratamiento pero rara vez en las pruebas de jarras, no obstante que puede ser útil sobre todo para comparar entre dos dosificaciones, que producen aparentemente resultados similares. No debe dicho ensayo, por supuesto, tomarse como decisivo, puesto que no siempre la dosis que produce la más completa precipitación del coagulante residual, es la que produce la mejor floculación, principalmente cuando las cantidades que se usan son bajas.

Control de pH y la alcalinidad: Es aconsejable medir el pH y la alcalinidad antes y después del proceso de coagulación, debido a la importancia que estos factores tienen en la economía del tratamiento.

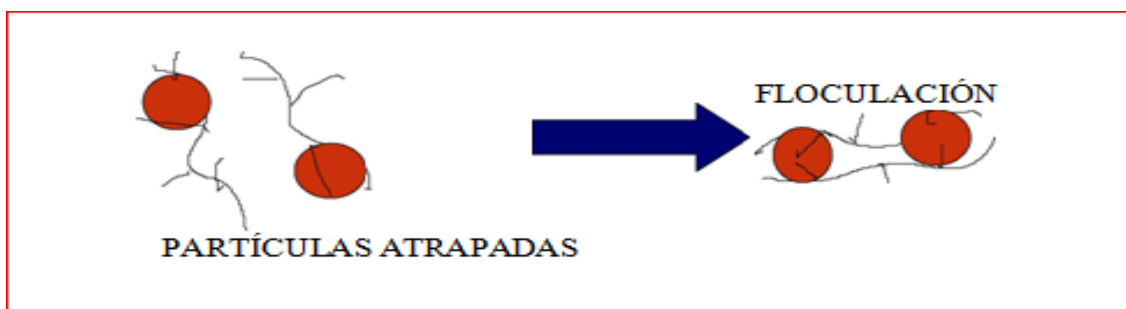
Turbiedad Residual: Las observaciones visuales para estimar el tamaño y calidad del floc en las jarras, en realidad, dicen poco sobre la eficiencia y rapidez con que se ha producido la clarificación del agua. Es por eso conveniente tomar el sobrenadante que se muestra a 4-5 cm de profundidad desde la superficie. Para esta operación se puede usar una pipeta volumétrica de 100 ml o construir un sifón con tubo de vidrio de 1.5 mm de diámetro interno. La muestra así extraída se puede analizar en dos formas:

(a) **Directamente** midiendo la turbiedad con un turbidímetro fotoeléctrico (preferible que el de comparación visual)

(b) **Filtrando** la muestra del sobrenadante en papel de filtro Whatman N°40 o similar y midiendo la turbiedad del agua filtrada.

c) Floculador

El objetivo principal de la floculación es reunir a las partículas desestabilizadas para formar partículas de mayor tamaño y peso que se llaman flósculos.



Para que el floculo se forme bien el agua debe pasar un tiempo suficiente en el floculador. Además, el gradiente (agitación) que recibe el agua debe ser suficiente.

En caso de que el tiempo sea muy largo o el gradiente sea muy intenso, el floculo formado se romperá:



El tiempo necesario para la floculación no es el mismo para todas las fuentes de agua. Este valor puede variar entre 20 y 40 minutos.

Los principales factores que influyen en la eficiencia de este proceso son:

- La naturaleza del agua:
Al igual que la coagulación, la floculación es extremadamente sensible a las características físico-químicas del agua cruda, tales como la alcalinidad, el PH y la turbiedad, etc.
- Las variaciones de caudal:
Al variar el caudal de operación de la planta de tratamiento se modifica el tiempo de retención y los gradientes de velocidad.
- La intensidad de agitación:
Cuanto mayor es el gradiente de velocidad, más rápida es la velocidad de aglomeración de las partículas. Mientras tanto, a medida que los flóculos aumentan de tamaño, debe ir disminuyendo el gradiente para evitar que los mismos se rompan.

- El tiempo de floculación:

Bajo determinadas condiciones existe un tiempo óptimo, normalmente, entre 20 y 40 minutos. Es necesario, por lo tanto, que se adopten medidas para aproximar el tiempo real de retención en el floculador, al tiempo determinado como óptimo. Una de las opciones para alcanzar este objetivo es la compartimentar a través de la colocación de pantallas deflectoras.

Según RASS -2000 Sistema de Potabilización, **la velocidad del agua:**

El floculador debe diseñarse de manera que la velocidad del agua a través del tanque de 0.2m/s a 0.6 m/s

Tipos de Unidades de Floculación

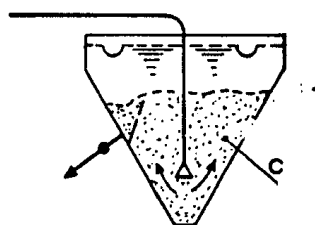
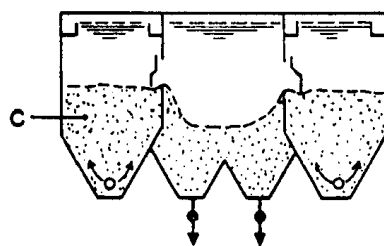
Los floculadores se clasifican en sentido general en mecánicos e hidráulicos, de acuerdo al tipo de energía utilizada para agitar el agua. Otra clasificación puede hacerse, teniendo en cuenta el modo cómo se realiza la aglomeración de las partículas:

1. Floculadores de contacto de sólidos o de manto de lodos: son controlados por la concentración de sólidos.
2. Floculadores de potencia o disipación de energía: las partículas son arrastradas por el flujo de agua a través del tanque de floculación no existiendo prácticamente concentración de sólidos, y los gradientes son normalmente prefijados en el proyecto. De acuerdo a la forma de disipación de energía, se pueden clasificar en hidráulicos y mecánicos.

Hidráulicos: utilizan la energía hidráulica disponible a través de una pérdida de carga general o específica. Estos pueden ser de diferentes tipos como son de pantallas, Cox y Alabama, helicoidal de medio poroso, de mallas.

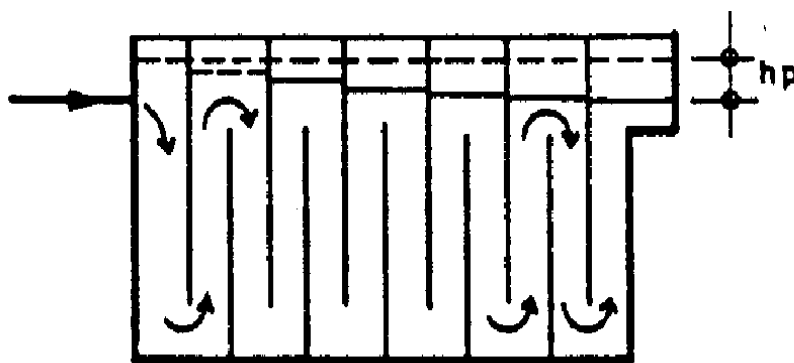
FIGURA N°04

FLOCULADORES DE MANTO DE LODOS



a) HIDRAULICAS

1) DE PANTALLAS:



a) VERTICAL

Descripción unidad de floculación de la planta de tratamiento.

Cada módulo cuenta con un floculador hidráulico del tipo de pantallas de flujo vertical, compartimentado en 3 tramos con gradientes decrecientes en el sentido del flujo. El tiempo total de retención teórico es de 21 minutos. Las pantallas son de madera revestida con fibra de vidrio, con espesor de 1 1/2" colocadas horizontalmente en el canal e inclinadas en las esquinas para evitar espacios muertos.

d) Decantador Laminares o de alta tasa

Se entiende por decantación a la recogida, por efecto gravitacional, de las partículas en suspensión en un fluido, y que tengan peso específico mayor que el fluido.

Las partículas en suspensión sedimentan en diferente forma, dependiendo de las características (forma, tamaño, densidad) durante el proceso. Se denomina sedimentación o sedimentación simple al proceso de depósito de partículas discretas. Este caso, se presenta en desarenadores o en los sedimentadores del tipo convencional.

Por otra parte, se denomina sedimentación floculante o decantación al proceso de depósito de partículas floculantes. Este caso se presenta en clarificación de aguas, como proceso intermedio entre coagulación-floculación y filtración rápida.

Los principales factores que influyen en el proceso de sedimentación, se describen a continuación:

- Naturaleza del agua cruda:

Las propiedades de las partículas modifican la forma de depósito (sedimentación para partículas discretas y decantación para partículas floculentas). Adicionalmente, variaciones de concentración de partículas o de temperatura producen variación de densidad del agua y originan “corrientes cinéticas o térmicas” (cortocircuitos).

- Condiciones hidráulicas:

Los criterios y parámetros hidráulicos de diseño tienen gran influencia en la eficiencia de los sedimentadores o decantadores.

- Factores externos:

Los factores externos al proceso de decantación son los que tienen mayor influencia en la eficiencia de un decantador: acondicionamiento previo, procesos operacionales y factores ambientales.

Buena o inadecuada coagulación y floculación ocasionan altas o bajas eficiencias en decantadores, respectivamente. De su parte, el viento, al soplar puede producir corrientes de suficiente intensidad como para inducir cambios en la dirección del flujo, etc.

Tipos de Unidades de Decantación.

La decantación se realiza en reactores denominados sedimentadores o decantadores, de acuerdo al tipo de proceso que se realice en cada unidad. En tal sentido, una buena forma de clasificarlo es la siguiente:

- Decantadores laminares o de alta tasa:

En este tipo de unidades, el proceso se realiza a través de las placas, lo cual permite una velocidad mucho más alta que en los decantadores estáticos o convencionales, por lo que las primeras son de menor tamaño que estas últimas.

Unidades de flujo ascendente

- En un decantador laminar de flujo ascendente, lo más importante es conseguir una distribución uniforme del agua floculada en toda el área de placas, y una recolección también uniforme del efluente encima de las placas, a fin de obtener que la repartición del flujo sea lo más pareja posible en toda la superficie de decantación.

¿Cómo son las partes que componen un decantador?

- a) Zona de entrada: Por esta parte entra el agua a los decantadores. Esta zona debe tener baja velocidad para evitar que los flósculos formados en la floculación se rompan al entrar a las unidades.

La zona de entrada puede estar formada por orificios, un canal central con orificios, etc.

- b) Zona de decantación: En esta parte ocurre la separación de los flósculos del agua, o sea, la sedimentación propiamente dicha.

Esta zona puede tener placas paralelas o no, dependiendo del tipo de decantador.

Mediante la colocación de placas paralelas o módulos de diferentes tipos en la zona de sedimentación, se obtiene en estas unidades una gran superficie de deposición para los lodos, lográndose disminuir apreciablemente el área superficial de los tanques.

La diferencia básica entre los decantadores laminares o de alta tasa y los decantadores convencionales, reside en que los primeros trabajan como su nombre lo indica con flujo laminar ($Nr < 500$) y los últimos con flujo turbulento (Nr entre 10, 000 y 250, 000). Esta diferencia teórica fundamental debe reflejarse en la forma como se diseñan unos y otros.

- c) Zona de lodos: En esta parte se depositan los flóculos. Está formada por tolvas, las cuales pueden ser continuas o discontinuas. La zona de lodos debe desaguar con regularidad para impedir la descomposición de los lodos, la cual puede contaminar el agua.
- d) Zona de salida: En esta parte se recoge el agua ya sedimentada o decantada. La velocidad de la recolección no puede ser muy alta para impedir que los flóculos sean arrastrados junto al agua clara. La Zona de salida puede estar formada por tubos con orificios o canaletas.

Tolvas

- Se pueden proyectar dos tipos de tolvas para la remoción hidráulica de los lodos: Tolvas continuas y tolvas separadas para cada orificio de descarga.
- En las tolvas separadas, la separación entre orificios está dada por la configuración de las tolvas y el número de estos.
- En las tolvas continuas el cálculo del espaciamiento es un poco más sofisticado, pues se debe tener en cuenta la esfera de influencia alrededor del orificio, dentro del cual la velocidad del flujo que confluye al punto de salida es capaz de producir arrastre de partículas sedimentadas.

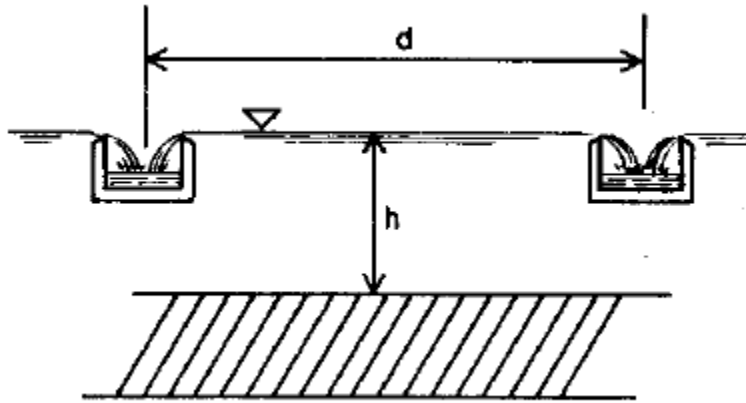


Figura N°05: Tolvas

Tolvas separadas

- Las mejores condiciones hidráulicas se consiguen “atolvando” los fondos de modo que se tenga una tolva por cada boca de salida, con lo cual se consigue además tener orificios de descarga de mayor diámetro, disminuyendo el riesgo de atoros.
- La pendiente de las tolvas debe estar entre 45° y 60° .
- Para cada dren debe proyectarse una hilera de tolvas, con una sección aproximadamente cuadrangular.
- El Volumen total de almacenamiento disponible en las tolvas, relacionado con la producción diaria de lodos, indicara la frecuencia de descargas que será necesario efectuar.

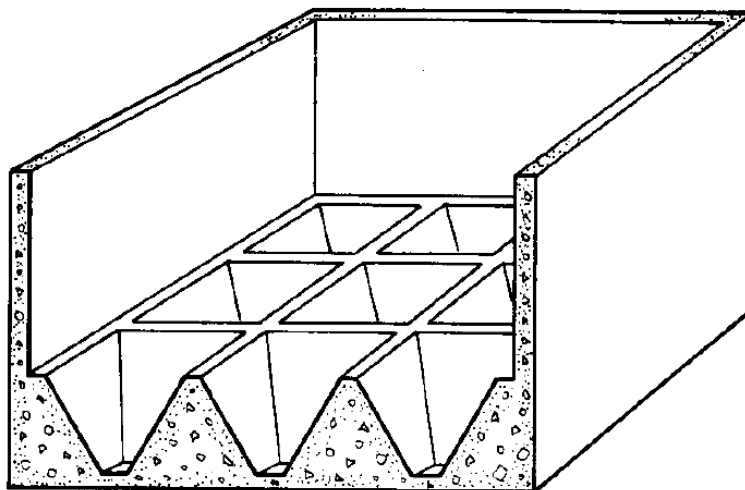


Figura N°06: Sistema de Tolvas Separadas

- Para mantener el régimen de descarga libre en el canal, se debe diseñar un ducto de entrada de aire con la sección adecuada, para que compense el volumen de aire arrastrado por el agua.

- El manual de operación del proyectista debe indicar la necesidad de cerrar el ingreso del agua floculada a la unidad en el momento de efectuar la descarga ya que, en caso contrario, se puede formar un cortocircuito directo con el drenaje de lodos.

Sistema de descarga de lodos

Puede ser el tipo mecánico o hidráulico; ambos pueden operarse en forma periódica, intermitente o continua.

a. Descarga mecánica Manual

Mediante válvulas de compuerta o tipo mariposa. Método recomendado para plantas medianas o pequeñas.

e) Filtros:

La filtración consiste en la remoción de partículas suspendidas y coloidales presentes en una suspensión acuosa que escurre a través de un medio poroso. En general, la filtración es la operación final que se realiza en una planta de tratamiento de agua y, por tanto, es la responsable principal de la producción de agua de calidad coincidente con los patrones de potabilidad.

La eficiencia de la filtración está relacionada con las características de la suspensión y del medio filtrante, con la hidráulica de la filtración y la calidad del efluente. En este punto es muy importante tomar en cuenta que, por ejemplo, la filtración de agua cruda en filtros lentos de arena y la de agua coagulada en filtros rápidos de arena, resultan de interacciones distintas entre los granos del medio filtrante y las partículas suspendidas.

A continuación se presentan los principales factores que influyen en la filtración rápida:

- Características de la suspensión: La eficiencia de remoción de partículas suspendidas en un medio filtrante, está relacionada con las siguientes

características de la suspensión: tipo, tamaño, densidad y resistencia de las partículas suspendidas; temperatura del agua a ser filtrada; concentración de partículas en el afluente; potencial zeta de la suspensión; y PH del afluente.

- Características del medio filtrante: Entre las características del medio filtrante que influyen en la filtración, se destacan: tipo de lecho filtrante; tamaño efectivo del material filtrante; coeficiente de uniformidad del material filtrante; coeficiente de esfericidad de los granos del material filtrante; peso específico del material filtrante y espesor de la capa filtrante.

Características hidráulicas: Las características hidráulicas que influyen en la eficiencia de la filtración son: la tasa de filtración, la carga hidráulica disponible y el método de control.

Tipos de Unidades de Filtración

Los sistemas de filtración se clasifican en función de la dirección del flujo en la unidad y de la velocidad de filtración.

Filtración rápida por gravedad: Es utilizada normalmente en las plantas de tratamiento para fines de abastecimiento público. Puede ser de flujo ascendente, y ser operado con tasa de filtración constante o declinante. Cuando es de flujo descendente, la filtración rápida puede realizarse con tasa declinante o constante, en filtros de capa única de arena o de capas múltiples.

Ventajas de las baterías de filtros de tasa declinante y lavado mutuo

Las baterías de filtros de tasa declinante y lavado mutuo se consideran como tecnología apropiada debido a que reúnen las siguientes ventajas sobre otros sistemas de filtración en uso:

No requieren una carga hidráulica muy grande para operar. Los filtros de tasa constante operan con una carga hidráulica de 1,80 a 2 metros para completar una carrera de operación de 40 a 50 horas en promedio. En estas mismas condiciones, normalmente una batería de filtros operando con tasa

declinante requiere una carga similar a la que necesitaría si estuviera operando con tasa constante, dividida por el número de filtros que componen la batería.

No tienen galería de tubos. El transporte del agua decantada, filtrada, el agua para el retrolavado de los filtros y el desagüe del agua de lavado se efectúan mediante canales.

Normalmente el agua filtrada también se traslada mediante canales, uno de aislamiento y otro que conecta entre sí la salida de todas las unidades. Estos canales se encuentran inmediatamente después de las cajas de los filtros. Sin embargo, también se proyectan baterías de este tipo con galería de tubos

No se requiere tanque elevado ni equipo de bombeo para efectuar el retro lavado de un filtro. A través del canal de interconexión y debido a un especial diseño hidráulico del sistema, el agua producida por lo menos por tres filtros retrolava a una unidad.

Debido al especial diseño hidráulico de estos sistemas, el operador solo debe cerrar el ingreso de agua decantada y abrir la salida de agua de lavado para que el lavado se produzca en forma automática y con la expansión correcta (25 a 30%).

Tasas de filtración

- La tasa de filtración depende de varios factores como el tipo de suspensión afluente (agua decantada, coagulada, prefloculada, con o sin uso de polímero auxiliar, color verdadero, turbiedad, número de microorganismos, etcétera), granulometría y espesor del medio filtrante, método de operación de los filtros, eficiencia del lavado, uso del agua filtrada, etcétera.
- Es usual adoptar un valor conforme muestra el cuadro N°08. No obstante, cuando fuera posible, es deseable que se realice una investigación experimental a fin de optimizar el diseño y la operación de los filtros.

Cuadro N° 05.

Tasas usuales de filtración en función del nivel de operación

Discriminación		Tasa de Filtración (m ³ /m ² /día)
Filtración rápida descendente con tasa declinante		
a)	De agua decantada, en medio filtrante único de arena con tamaño efectivo (T.E.) de 0.50 a 0.60 mm y espesor alrededor de 0.80 metros	120-150
b)	De agua floculada o prefloculada, en medio filtrante grueso y único, con espesor superior a un metro y uso de polímero como auxiliar (filtración directa)	240-360
c)	De agua decantada en medio filtrante doble, con espesor total inferior a 0.80 metros y buen nivel de operación y mantenimiento.	240-360

Fuente: Batería de Filtros de tasa declinante y lavado Mutuo

Drenaje, capa soporte de grava y falso fondo

El drenaje más durable y factible de ser construido en obra, sin requerir importaciones, es el constituido por viguetas prefabricadas de concreto de forma triangular

Cuadro N°06. Capa soporte de grava para viguetas prefabricadas

Capa	Espesor (cm)	Tamaño
1	7.5	1/8" – 1/4"
2	7.5	1/4" – 1/2"
3	7.5	1/2" – 3/4"
4	10.0	3/4" – 1 1/2"
Fondo	12.5	1 1/2" – 2"
Total	45.0	

Fuente: Batería de Filtros de tasa declinante y lavado Mutuo

- El lecho filtrante es la parte más importante de esta unidad, donde se realiza el proceso. Todos los demás componentes son accesorios para poder operar y mantener adecuadamente la unidad.
- El lecho filtrante puede ser simple o doble; esto es, de arena sola o de antracita y arena. Con el primero, la inversión es menor, pero al tener un lecho de arena sola se requiere una velocidad de lavado mayor para obtener la misma expansión que cuando el lecho es doble, por lo que resulta un número de filtros mayor.
- Las tasas de filtración, en el caso de lechos de arena sola, varían en promedio entre 120 y 150 m³ /m² /d. Solo con arena gruesa, muy buena calidad de agua y nivel de operación y empleo de polímeros, es posible aplicar tasas mayores.
- El cuadro N°09 indica las características del lecho de arena que se recomiendan cuando los filtros van a operar con las dos alternativas, filtración rápida completa y filtración directa.

Cuadro N°07: lecho filtrante simple de arena sola

Características	Símbolo	Criterio
Espesor (cm)	L ₁	60-80
Tamaño efectivo (mm)	D ₁₀	0.50-0.80
Coeficiente de uniformidad	CU	≤1.5
Tamaño más fino (mm)		0.42
Tamaño más grueso (mm)	D ₉₀	2.0

Fuente: Batería de Filtros de tasa declinante y lavado Mutuo

- Cuando se seleccionan lechos dobles de antracita y arena, se puede usar una tasa promedio de 240 m³ /m² /d, lo cual reduce mucho el área filtrante total necesaria para el mismo caudal, en comparación con un lecho de arena sola, y el número de filtros de la batería resulta menor.

Cuadro N°08. Lecho Filtrante doble de arena y Antracita

Características	Símbolo	Arena	Antracita
Espesor (cm)	L ₁	15-30	45-60
Tamaño efectivo (mm)	D ₁₀	0.50-0.60	0.80-1.10
Coeficiente de uniformidad	CU	≤1.5	≤1.5
Tamaño más fino (mm)		0.42	0.59
Tamaño más grueso (mm)	D ₉₀	1.41	2.0

Fuente: Batería de Filtros de tasa declinante y lavado Mutuo

Hidráulica del lavado

- De la operación de lavado depende el mantenimiento del lecho filtrante, por lo que el diseño de este sistema es determinante para el buen funcionamiento y eficiencia de la unidad.

- Para que la batería pueda autolavarse, es necesario que cumpla con dos condiciones:

- 1) Al pasar el caudal de operación de la batería a través de un filtro, debe producirse la velocidad de lavado necesaria para expandir entre 25 y 30% el material filtrante.

- 2) El vertedero de salida debe proporcionar la carga hidráulica necesaria para compensar las pérdidas de carga que se producen durante esta operación.

Cuadro N°09. Propiedades típicas de medios filtrantes comunes para filtros de lecho granular

Características	Arena Sílice	Carbón de antracita	Carbón activado granular	Granate Idaho
Densidad del Material (ρ_s) ($\frac{g}{cm^3}$)	2.65	1.45-1.73	1.3-1.5*	4.0-4.2
Porosidad perdida de lecho (ϵ_0)	0.42-0.47	0.56-0.60	0.500	0.45-0.65
Esfericidad (C_e)	0.7-0.8	0.46-0.60	0.75	0.60

*En el caso del carbón virgen, con poros llenos de agua, la porosidad aumenta cuando absorbe la materia orgánica. Fuente: Batería de Filtros de tasa declinante y lavado Mutuo

Cuadro N°10 Comparación entre las características de diseño de estos diferentes tipos de filtros

CARACTERISTICAS	FILTRO RAPIDO CON LECHO MIXTO (Arena y Antracita)			FILTRO RAPIDO CON LECHO DE ARENA			FILTRO LENTO CON LECHO DE ARENA					
	m ³ /m ² /dia	235.0	350.0	590.0	m ³ /m ² /dia	87.5	117.5	157.0	m ³ /m ² /dia	7.0	9.33	14.0
Rata o carga superficial de Filtracion	lt/seg/m ²	2.72	4.05	6.83	lt/seg/m ²	1.01	1.36	2.03	lt/seg/m ²	0.081	0.108	0.162
Velocidad de filtracion	cm/seg	0.272	0.405	0.683	cm/seg	0.101	0.136	0.203	cm/seg	0.0081	0.0108	0.0162
Profundidad del lecho filtrante	30-45 cms de grava			30-45 cms de grava			30 cms de grava					
	45 - 60 cms de antracita											
	15-30 cms de arena			60-75 cms de arena			90 - 110 cms de arena					
Drenaje	Falsos fondos o similares			Tuberias metalicas perforadas o placas porosas, falsos fondos, etc.			Tuberias perforadas de gres o cemento					
Lavado	Invirtiendo el flujo a presion con agua proveniente de un tanque de lavado o una bomba. Velocidad de lavado: 0.60 - 1.00 mts/min ó 0.60 - 1.00 m ³ /m ² /min			Invirtiendo el flujo a presion con agua proveniente de un tanque de lavado o una bomba. Velocidad de lavado: 0.80 - 1.20 mts/min ó 0.80 - 1.20 m ³ /m ² /min			Raspando la superficie de arena					
Perdida de carga	De 20 cms hasta 2.70 mts máximo			De 30 cms hasta 2.70 mts máximo			De 16 cms hasta 1.2 mts máximo					
Tiempo entre limpieza	12-48 horas			24-48-72 horas			20-30-60 dias					
Penetracion del Floc	Profunda			5 cms superiores (mayor cantidad)			Superficial					
Cantidad de agua usada en el lavado	1 - 3 % del agua filtrada			1 - 6 % del agua filtrada			0.2 -0.6% del agua filtrada					
Tratamiento previo del agua	Coagulacion, floculacion y sedimentacion			Coagulacion, floculacion y sedimentacion			Ninguno o aireacion (rara vez floculacion y sedimentacion)					
Costo de Construccion	Más bajo que el de los filtros rápidos de arena			Más bajo que el de los filtros lentos			Alto					
Costo de Operación	Igual al de los filtros rápidos de arena			Más bajo que el de los filtros lentos			Bajo					
Area ocupada por los filtros	1/2 a 1/5 de la de los filtros rápidos de arena						Más grande que la de los filtros rápidos de arena (Aprox. 12 veces mayor)					

Fuente: Conceptos Modernos Sobre el Diseño de Unidades de Filtración

F) DESINFECCIÓN:

La desinfección del agua es un proceso de tratamiento que tiene como objetivo garantizar la potabilidad del agua, desde el punto de vista microbiológico, asegurando la ausencia de microorganismos patógenos.

Se considera fundamental este proceso de tratamiento, debido a que es conocido que los procesos de tratamiento previos, como la sedimentación y filtración, no remueven el 100 % de los microorganismos patógenos presentes en las aguas sujetas a tratamiento.

Además, las aguas de consumo pueden sufrir re contaminación al ser distribuidas a la población, a causa de deterioro en tanques de almacenamiento y redes de distribución, por lo que la desinfección también puede actuar como seguro contra estas situaciones posteriores.

- Tipos de desinfectantes.

Existen varias sustancias o medios de desinfección, que deben utilizarse de acuerdo con las características de cada caso en particular, los cuales deben cumplir con una serie de requisitos, entre los que se identifican los siguientes:

1. Deben destruir, en un tiempo razonable, los organismos patógenos, los cuales deberán ser eliminados en la cantidad en que se presenten y con las condiciones que tenga el agua.
2. No deben ser tóxicos para el hombre ni para los animales domésticos. En las dosis usuales, no deben dar olor ni sabor al agua.
3. Deben tener un costo razonable y condiciones que faciliten y den seguridad al transportar, almacenar, manipular y aplicar el producto.
4. Se concentración en el agua debe ser de fácil y rápida determinación.
5. 5. Deben producir residuales persistentes en el agua, de manera que actúen como una barrera sanitaria para posibles re contaminaciones.

Los desinfectantes, de acuerdo con su mecanismo de destrucción de los microorganismos, se clasifican en:

Agentes físicos: aplicación directa de energía en forma de calor o luz (ebullición, rayos ultravioletas).

Agentes químicos: sustancias químicas que actúan sobre los microorganismos, entre las que se encuentran: los halógenos (cloro, bromo y yodo), el ozono, el permanganato de potasio y el agua oxigenada. También los iones metálicos, de los cuales los más usuales son los iones de plata.

Para desinfección en abastecimientos públicos de agua, los agentes más utilizados en orden de frecuencia son: cloro, ozono, luz ultravioleta y los iones de plata.

- Factores que afectan en la eficiencia de la desinfección.

La eficiencia de la desinfección depende básicamente de los siguientes factores:

1. Naturaleza del desinfectante.
2. Concentración del desinfectante.
3. Tiempo de contacto con el agua.
4. Características físico-químicas del agua.
5. Temperatura del agua.
6. El PH del agua.
7. Naturaleza de los organismos a ser destruidos.
8. Mezcla con el agua.

Existen desinfectantes más eficientes que otros. De su parte, la concentración del desinfectante y el tiempo de contacto están relacionados y son interdependientes para una determinada condición de desinfección. Menores dosis de desinfectantes, requieren mayores tiempos de contacto y viceversa.

Además, las impurezas presentes en el agua interfieren las reacciones del desinfectante y la acción del desinfectante disminuye a medida que el PH del agua se eleva.

Por otra parte, los microorganismos se comportan de manera diferente, frente a la acción de un desinfectante, y, finalmente, los desinfectantes químicos deben ser uniformemente dispersados en el agua.

- **Cámara de contacto.**

La cámara de contacto tiene por finalidad promover el tiempo de contacto necesario para permitir la acción bactericida del cloro con un máximo de eficiencia.

Estas cámaras de contacto deben tener un diseño hidráulico cuidadoso. El difusor de cloro se ubica al inicio de la cámara, seguido de un resalto hidráulico para promover una mezcla interna entre el cloro y el agua. (Ver Figura N° 33).

FIGURA N° 07: CÁMARA DE CONTACTO

VISTA EN PLANTA

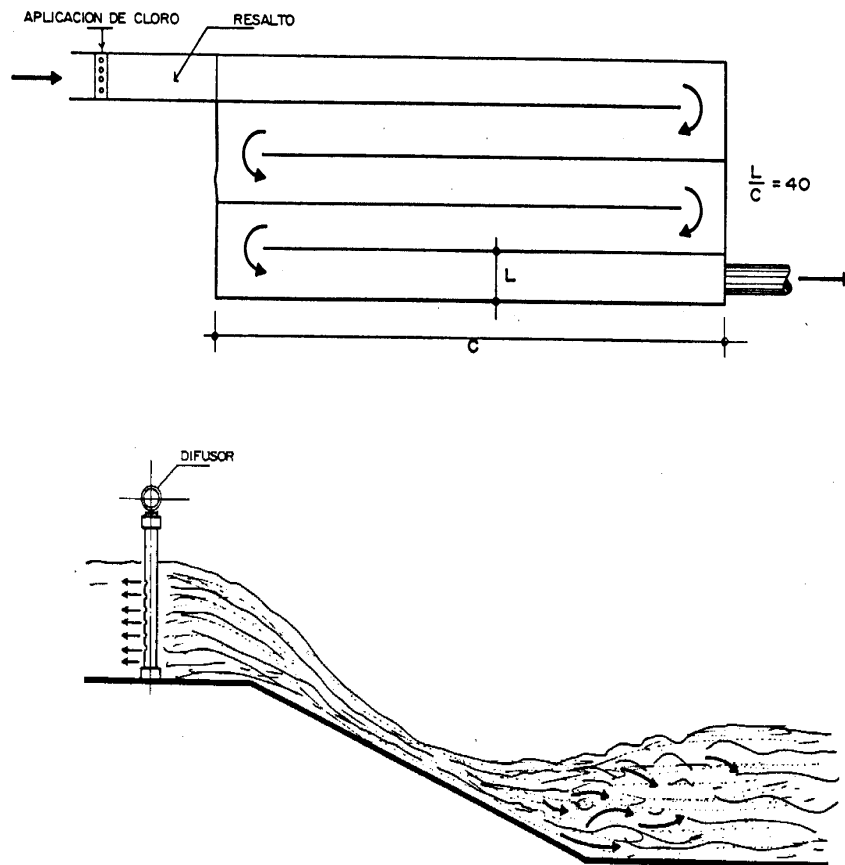


FIGURA N° 08 DETALLE DE UBICACIÓN DEL DIFUSOR EN RELACION AL RESALTO HIDRÁULICO.

Normalmente se dimensionan para un tiempo de contacto de 20 a 30 minutos. El volumen de la cámara de contacto puede variar, si antes de los centros de consumo existen líneas muy largas o tanque de distribución, que permitan un tiempo de contacto suficiente.

G) CALIDAD DE AGUA

Según :Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano D.S N° 031-2010-SA. Dirección General de Salud Ambiental – Ministerio de Salud-Lima Perú 2011.

Título 08

Abastecimiento de agua, proveedor y consumidor

Capítulo 2: Del Proveedor del Agua para Consumo Humano

Art. 49. Proveedor del agua para consumo humano: deberá entenderse como proveedor de agua para consumo humano, a toda persona natural o jurídica bajo cualquier modalidad empresarial, junta administradora, organización vecinal, comunal u otra organización que provea agua para consumo humano.

Art. 50. Obligaciones del Proveedor

El proveedor de agua para consumo humano está obligado a:

1. Suministrar agua para consumo humano cumpliendo con los requisitos físicos, químicos, microbiológicos y parasitológico establecidos en el presente Reglamento;
2. Controlar la calidad del agua que suministra para el consumo humano de acuerdo a lo normado en el presente Reglamento;
3. Inscribirse en los registros que la Autoridad de Salud administra en sujeción al presente Reglamento;
4. Suministrar a la Autoridad de Salud y al órgano de control toda información vinculada con el control de calidad del agua, con carácter de declaración jurada;
5. Colaborar en las acciones de protección y recuperación de las fuentes hídricas que la autoridad establezca;
6. Informar a la Autoridad de Salud y al órgano de control así como a los consumidores de las alteraciones, modificaciones o contingencias presentadas en el servicio de suministro del agua en forma oportuna e indicando las medidas preventivas y correctivas a tomar;
7. Obtener los registros, aprobaciones y autorizaciones sanitarias que establece el presente Reglamento;

8. Brindar las facilidades que se requiera a los representantes autorizados del órgano de supervisión y de salud, para realizar las acciones de vigilancia y supervisión; y

9. Cumplir con las demás disposiciones del presente Reglamento y de las normas técnicas que emitan la autoridad de salud de nivel nacional.

Art. 51. Uso de desinfectantes y otros insumos químicos

Todo proveedor de agua para consumo humano sólo podrá hacer uso de aquellos desinfectantes, insumos químicos y bioquímicos que posean registro sanitario.

Art. 52. Obligatoriedad de cumplimiento del plan de control de calidad

El proveedor es responsable por la calidad del agua para consumo humano que suministra y está obligado a aplicar un plan de control de calidad (PCC), que incluya la fuente, la captación, producción y distribución, a fin de asegurar el cumplimiento de los requisitos de calidad del agua establecidos en el presente Reglamento.

Art. 53. Presentación del plan de control de calidad

El plan de control de calidad del agua para consumo humano que el proveedor aplica debe ser formulado de acuerdo a lo dispuesto en el presente Reglamento y a las normas técnicas que emita la Autoridad de Salud de nivel nacional. Dicho plan se formulará sobre la base del análisis de riesgos verificados a partir de una caracterización del agua o se determine el riesgo a través de la acción de vigilancia y supervisión y de las actividades de la cuenca que establezca los parámetros microbiológicos, inorgánicos, orgánicos y organolépticos y los puntos de muestreo o críticos de control del sistema de abastecimiento, y será el patrón de referencia para la posterior acción de supervisión y vigilancia sanitaria. Los planes de control de calidad, deberán:

1. Ser aprobados por la Dirección Regional de Salud o Gerencia Regional de Salud o Dirección de Salud de la jurisdicción donde desarrolla la actividad el proveedor, por un periodo de vigencia que determinará dicha Autoridad de Salud;

2. La vigencia señalada en el numeral precedente está entre dos (02) a seis (06) años, considerándose el tipo de fuente, tamaño y complejidad del sistema de abastecimiento; y

3. El proveedor iniciará la gestión para la renovación de la vigencia del plan de control de la calidad ante la Autoridad de Salud, seis (06) meses antes de la fecha de vencimiento de la Resolución Directoral con la que fue aprobada.

Art. 54. Plan de contingencia

En casos de emergencia tales como desastres naturales, sequías u otras causas el proveedor aplicará su plan de contingencia consignado en los instrumentos

Ambientales aprobados por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, con el propósito de asegurar el suministro y la calidad del agua durante el periodo que dure la emergencia. Dicho plan identificará las fuentes alternas y tratamiento que permita que la calidad del agua a ser suministrada cumpla con las normas del Título IX del presente Reglamento.

Art. 55. Comunidades del ámbito rural

Cuando se tenga que normar, vigilar, supervisar, fiscalizar y autorizar los aspectos sanitarios de los sistemas de tratamiento de agua para consumo humano que son administrados por juntas administradoras u otra organización comunal, se deberá tener en cuenta las condiciones socioeconómicas e infraestructura rural, sin afectar la calidad del agua a suministrar a la población.

Capítulo 3 Del Consumidor

Art. 56. Obligaciones y derechos del consumidor

El consumidor tiene derecho y está obligado a:

1. Comunicar a los proveedores, **la municipalidad, la SUNASS y a la Autoridad de Salud**, cuando detecte cualquier alteración organoléptica en el agua o falla en el sistema;

2. Almacenar el agua para consumo humano con el cuidado necesario a fin de evitar la contaminación, aplicando hábitos de higiene adecuados y previendo depósitos con cierre o tapa segura;
3. Facilitar las labores de inspección al personal técnico de las entidades proveedoras y a las autoridades de salud y de supervisión, debidamente identificados;
4. Cumplir las disposiciones referidas al pago de la tarifa o cuota aprobada del suministro para contribuir con la sostenibilidad de calidad del agua;
5. Participar en campañas de protección y uso del agua, que las autoridades competentes promuevan;
6. Contar con un suministro de agua para consumo humano que cumpla con los requisitos establecidos en el presente Reglamento;
7. Acceder a la información sobre la calidad del agua en forma gratuita y oportuna; y
8. Hacer uso racional del agua y acatar las disposiciones que la Autoridad Sanitaria disponga en caso de emergencia.

Art. 57. Precauciones en casos de corte de servicio

En caso de almacenamiento debido al corte de servicio, el consumidor podrá hacer uso de aquellos desinfectantes que cuenten con registro sanitario que otorga la DIGESA. Cuando éstos son soluciones cloradas, el consumidor deberá tomar las precauciones que la Autoridad de Salud ha establecido o las instrucciones que están consignadas en el rotulo del producto, con respecto al uso de las cantidades para asegurar una concentración adecuada.

Art. 58. Precauciones en casos de emergencia

En casos de desastres naturales, sequías u otras causas, el consumidor, deberá hervir el agua antes de consumirla y tomar los máximos cuidados de higiene en su manipulación.

TÍTULO 09

REQUISITOS DE CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO

Artículo 59°.- Agua apta para el consumo humano

Es toda agua inocua para la salud que cumple los requisitos de calidad establecidos en el presente Reglamento.

Artículo 60°.- Parámetros microbiológicos y otros organismos

Toda agua destinada para el consumo humano, debe estar exenta de:

1. Bacterias coliformes totales, termo tolerantes y *Escherichia coli*,
2. Virus;
3. Huevos y larvas de helmintos, quistes y oquistes de protozoarios patógenos;
4. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos y nemátodos en todos sus estados evolutivos; y
5. Para el caso de Bacterias Heterotróficas menos de 500 UFC/ml a 35°C.

Artículo 61°.- Parámetros de calidad organoléptica

El noventa por ciento (90%) de las muestras tomadas en la red de distribución en cada monitoreo establecido en el plan de control, correspondientes a los parámetros químicos que afectan la calidad estética y organoléptica del agua para consumo humano. Del diez por ciento (10%) restante, el proveedor evaluará las causas que originaron el incumplimiento y tomará medidas para cumplir con los valores establecidos en el presente Reglamento.

Artículo 62°.- Parámetros inorgánicos y orgánicos

Toda agua destinada para el consumo humano, no deberá exceder los límites máximos permisibles para los parámetros inorgánicos y orgánicos.

Artículo 63°.- Parámetros de control obligatorio (PCO)

Son parámetros de control obligatorio para todos los proveedores de agua, los siguientes:

1. Coliformes totales;
2. Coliformes termo tolerantes;
3. Color;
4. Turbiedad;
5. Residual de desinfectante; y
6. pH.

En caso de resultar positiva la prueba de coliformes termo tolerantes, el proveedor debe realizar el análisis de bacterias Escherichia coli, como prueba confirmativa de la contaminación fecal.

En el cuadro N° 11 se muestran los límites máximos permisibles en el estudio microbiológico y parasitológico y en el cuadro N°12 se muestran los límites máximos permisibles de parámetros de calidad organoléptica.

CUADRO N°11. Límites Máximos Permisibles de Parámetros Microbiológicos y Parasitológicos

Parámetros	Unidad de Medida	Límites máximos Permisibles
1. Bacterias Coliformes Totales.	UFC/100 mL a 35°C	0 (*)
2. E. Coli	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
3. Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
4. Bacterias Heterotróficas	UFC/mL a 35°C	500
5. Huevos y larvas de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos.	Nº org/L	0
6. Virus	UFC / mL	0
7. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nematodos en todos sus estadios evolutivos	Nº org/L	0

UFC = Unidad Formadora de Colonias

(*) En caso de analizar por la técnica del NMP por tubos múltiples = < 1,8 /100 ml

Fuente = Dirección General de Salud Ambiental 2011

Cuadro N°12. Límites Máximos Permisibles de Parámetros de Calidad Organoléptica

Parámetros	Unidad de Medida	Límites máximos Permisibles
1. Olor	-----	Aceptable
2. Sabor	-----	Aceptable
3. Color	UCV escala Pt/Co	15
4. Turbiedad	UNT	5
5. PH	Valor de PH	6,5 a 8,5
6. Conductividad (25°C)	µmho/cm	1500
7. Sólidos totales disueltos	mgL ⁻¹	1000
8. Cloruros	mg Cl - L ⁻¹	250
9. Sulfatos	mg SO ₄ = L ⁻¹	250
10. Dureza total mg	CaCO ₃ L ⁻¹	500
11. Amoníaco	mg N L ⁻¹	1.5
12. Hierro	mg Fe L ⁻¹	0.3
13. Manganeso	mg Mn L ⁻¹	0.4
14. Aluminio	mg Al L ⁻¹	0.2
15. Cobre	mg Cu L ⁻¹	20
16. Zinc	mg Zn L ⁻¹	30
17. Sodio	mg Na L ⁻¹	200

UCV = Unidad de Color Verdadero

UNT = Unidad Nefelométrica de Turbiedad

Fuente = Dirección General de Salud Ambiental 2011

Control de Calidad del Agua

Métodos de Análisis para la Evaluación de la Calidad del Agua

Generalidades: La evaluación de la calidad del agua se realiza mediante una serie de análisis de laboratorio dirigidos a conocer cualitativa y cuantitativamente, las características físicas, químicas y biológicas más importantes que pueden afectar, su uso real y potencial, como el tipo y grado de tratamiento requerido para un adecuado acondicionamiento.

La Asociación Americana de Salud Pública (American Public Health Association, APHA); La asociación Americana de Abastecimiento de Agua (American Water Works Association, AWWA), han establecido normas internacionales para la

caracterización de la calidad del agua (APHA-AWWA-WPCF 1992), de común adopción por numerosos países en todo el mundo.

Criterios y Técnicas de Muestreo de Aguas: Los procedimientos para la captación de muestras varían según los análisis que se van a efectuar y de las condiciones del cuerpo del agua; independientemente de los fines para los cuales han sido tomadas esas muestras.

Frecuencia de Muestreo para Análisis Físico-Químico: Un factor determinante en la frecuencia de muestreo, lo constituye la variabilidad de la composición físico-químico de las aguas, la cual a su vez está condicionada por factores geológicos, hidrológicos, biológicos, humanos, etc. Si la variabilidad es significativa durante el año, el muestreo debe ser más frecuente e incluso se puede requerir un registro continuo para poder describir adecuadamente los parámetros de estudio. Si por lo contrario la variabilidades pequeña o poco significativa, la frecuencia se puede establecer en forma estacional o limitarse la misma a comprobaciones periódicas.

a) **Frecuencia de Muestreo en Plantas de Tratamiento:** El muestreo en este caso se realiza con el fin de controlar los procesos de tratamiento. Normalmente se captan muestras tres veces al día y durante todos los días. Puede ser aconsejable instalar monitores continuos para la vigilancia de parámetros críticos, tales como turbiedad, pH y cloro residual.

En el cuadro N°13 se muestra la frecuencia mínima de muestreo para el análisis de los parámetros físico-químicos.

Frecuencia de Muestreo para Análisis Bacteriológico:

La frecuencia del muestreo para el control de calidad bacteriológica de los sistemas de abastecimiento y de los sistemas propios de los usuarios, debe ser tal que se garantice una estricta vigilancia de su condición sanitaria.

Cuadro N°13 Frecuencia Mínima de Muestreo para Análisis de Parámetros Físico-Químico

Componente o Características	Frecuencia Mínima
Color	Una (1) muestra quincenal aguas no sometidas a tratamiento o clarificación
Turbiedad	Una (1) muestra diaria en aguas tratadas
Olor, Sabor, Aspecto, Temperatura, Cloro, Residual	Una (1) muestra diaria
Todos los demás parámetros incluidos en las Normas Sanitarias de calidad de las aguas	Una (1) muestra anual

Fuente: Normas Sanitarias de Calidad de las Aguas Destinadas al Uso Humano

Cuadro N°14. Frecuencia Mínima de Muestreo para Análisis de Parámetros Microbiológicos

Población Abastecida	Frecuencia Mínima
Menores de 5,000	Una (1) muestra mensual
5,000 a 100,000	Una (1) muestra mensual por cada 5,000 personas
Mayor de 100,000	Una (1) muestra mensual por cada 100,000 personas

Fuente: Normas Sanitarias de Calidad de las Aguas Destinadas al Uso Humano

Técnica de Captación y Transporte de las Muestras de Agua para Análisis

Físico-Químico: En la captación de muestras para análisis físico-químico, se requiere de un volumen mínimo de dos litros para lo cual se recomienda el uso de una botella químicamente limpia y hecha de un vidrio de buena calidad (neutro) o también de PolivinilClorido Rígido (PVC). Antes de captar la muestra, se debe enjuagar el envase dos o tres veces en la misma agua que se va a analizar, a fin de "curarla", es decir, eliminar cualquier sustancia que no corresponda con la verdadera composición del agua bajo estudio; luego se llena y se tapa herméticamente.

a) Captación de muestras en grifos: Se abre el grifo totalmente, en forma ininterrumpida, durante un tiempo mínimo de cinco minutos, a fin de renovar el agua de la tubería interior. Después de enjuagar la botella tres veces consecutivas se llenará totalmente.

b) Captación de muestras en un estanque: Se toma la botella destapada, por la parte inferior, se llena parcialmente de agua dos o tres veces, se enjuaga y se vota fuera del estanque. Luego se sumerge la botella 30 cm. Por debajo de la superficie y se hace un rápido recorrido hacia adelante para que termine de llenarse, se tapa y se envía al laboratorio.

Técnica de Captación y Transporte de las Muestras de Agua para Análisis

Bacteriológico: Cuando se toman muestras para el análisis bacteriológico es necesario adoptar todas las precauciones a fin de asegurarse que la muestra sea representativa del agua que se desea analizar y para evitar contaminación accidental de la misma durante el proceso de muestreo.

a) Captación de muestra en un grifo: Se abre el grifo por cinco minutos y luego se cierra, se procede a esterilizar la boca del grifo mediante flameado con un soplete o una lamparita de alcohol. Después de dejar enfriar el grifo y de regular el flujo, se inicia la captación de la muestra retirando el tapón y colocado la botella donde sale agua, hasta que la misma se ha llenado unas tres cuartas partes, se tapa de nuevo, se coloca en la caja y se envía al laboratorio.

b) Captación de muestras en un estanque: Se destapa la botella sosteniendo el tapón con una mano. Con la otra mano se invierte boca abajo el envase y se introduce en el agua unos 30 cm. bajo la superficie, se da vuelta de manera que se llene, evitando que el agua que toca la mano entre en la botella. Se saca el envase lleno hasta tres cuartas parte de su capacidad, se tapa inmediatamente, y se envía al laboratorio.

- **La operación y mantenimiento**: referida a una buena operación y mantenimiento del servicio, distribución de caudales, manejo de válvulas, limpieza, cloración del sistema, desinfección, reparaciones, presencia de un operador y sectorización, como también, la disponibilidad de herramientas, repuestos y accesorios para reemplazos o reparaciones;

protección de la fuente y planificación anual del mantenimiento y el servicio que se brinda a domicilio.

h) ANALISIS BIOLÓGICO

COLIFORMES TOTALES:

Fuentes y prevalencia

Las bacterias pertenecientes al grupo de los coliformes totales (excluida *E. coli*) están presentes tanto en aguas residuales como en aguas naturales. Algunas de estas bacterias se excretan en las heces de personas y animales, pero muchos coliformes son heterótrofos y capaces de multiplicarse en suelos y medios acuáticos. Los coliformes totales pueden también sobrevivir y proliferar en sistemas de distribución de agua, sobre todo en presencia de biopelículas.

Aplicación en la práctica

Los coliformes totales se miden generalmente en muestras de 100 ml de agua. Existen diversos procedimientos relativamente sencillos basados en la producción de ácido a partir de la lactosa o en la producción de la enzima β -galactosidasa. Los procedimientos incluyen la filtración del agua con una membrana que después se incuba en medios selectivos a 35–37 °C; transcurridas 24 h, se realiza un recuento de colonias.

Otros métodos son los procedimientos de «número más probable» en los que se utilizan tubos de ensayo o placas de micro valoración y pruebas de presencia/ausencia (P/A). Existen equipos de análisis para uso sobre el terreno.

Relevancia de su presencia en el agua de consumo

Debe haber ausencia de coliformes totales inmediatamente después de la desinfección, y la presencia de estos microorganismos indica que el tratamiento es inadecuado. La presencia de coliformes totales en sistemas de distribución y reservas de agua almacenada puede revelar una re proliferación y posible formación de biopelículas, o bien contaminación por la entrada de materias extrañas, como tierra o plantas.

COLIFORMES TERMOTOLERANTES

Se denomina coliformes Termotolerantes a ciertos miembros del grupo de bacterias coliformes totales que están más estrechamente relacionados con la contaminación fecal. Los coliformes Termotolerantes generalmente no se multiplican en los ambientes acuáticos. También se los conoce como bacterias coliformes fecales.

Fuentes y prevalencia

Hay grandes cantidades de *Escherichia coli* en las heces humanas y animales, en las aguas residuales y en el agua que ha estado expuesta recientemente a contaminación fecal. Es muy poco probable que la disponibilidad de nutrientes y la temperatura del agua en los sistemas de distribución de agua de consumo favorezcan la proliferación de estos microorganismos.

Aplicación en la práctica

La concentración de *Escherichia coli* (o bien de coliformes Termotolerantes) se mide, por lo general, en muestras de 100 ml de agua. Para ello existen diversos procedimientos relativamente sencillos basados en la producción de ácido y gas a partir de la lactosa o en la producción de la enzima β -glucuronidasa. Los procedimientos incluyen la filtración del agua con una membrana que después se incuba en medios selectivos a 44–45 °C; transcurridas 24 h, se realiza un recuento de colonias. Otros posibles métodos son los procedimientos de «número más probable», en los que se utilizan tubos de ensayo o placas de micro valoración y pruebas de P/A, algunas con volúmenes de agua mayores que 100 ml. Existen equipos de análisis para uso sobre el terreno.

Relevancia de su presencia en el agua de consumo

La presencia de *E. coli* (o bien de coliformes Termotolerantes) es un indicio de contaminación fecal reciente, por lo que tras su detección debería considerarse la toma de medidas adicionales, como la realización de muestreos adicionales y la investigación de las posibles fuentes de contaminación, como un tratamiento inadecuado o alteraciones de la

integridad del sistema de distribución. Teniendo en cuenta el reglamento de la calidad del agua para consumo humano, según cuadro N°11 “LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS”

i) Esclerómetro:

La evaluación de las estructuras de concreto en sitio, se pueden realizar mediante ensayos no destructivos como es el método del esclerómetro.

El esclerómetro fue diseñado por el Ing. Suizo Ernest Schmidh en 1948, constituyendo una versión tecnológicamente más desarrollada que los iniciales métodos de dureza superficial generados en la década del veinte.

Factores que influyen en el ensayo:

Además de los factores intrínsecos, los resultados de los ensayos reciben la influencia de los siguientes parámetros:

- Textura superficial del concreto
- Medida, forma y rigidez del elemento constructivo
- Edad del concreto
- Condiciones de humedad interna
- Tipo de agregado
- Tipo de cemento
- Tipo de encofrado
- Grado de carbonatación de la superficie
- Acabado
- Temperatura superficial del concreto y la temperatura del instrumento.

Partes del Esclerómetro:

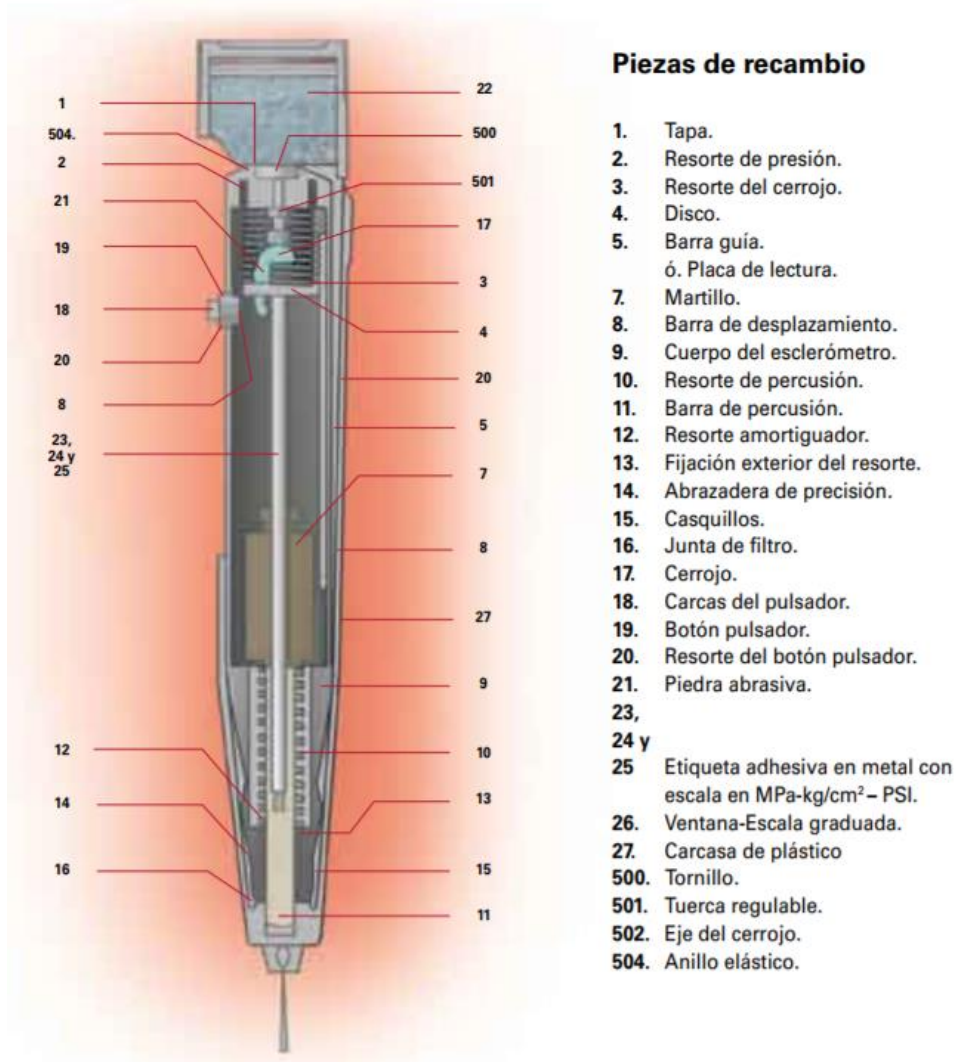


Figura n°09 Corte Longitudinal del Esclerómetro

Descripción del Ensayo

-Preparación de la superficie: Antes de la prueba deberá eliminarse de la superficie pintura, polvo o cualquier elemento no propio del concreto, que pueda afectar el índice de rebote. Cuando la superficie tenga irregularidades debidas a cimbras de madera no cepilladas, esta debe ser pulida con la piedra abrasiva hasta dejarla lisa. En concretos viejos, por consiguiente excesivamente duros, se deberá quitar hasta unos 10 mm de la capa superficial, en lo que corresponde a una superficie para efectuar de 5 a 10 impactos con el esclerómetro.



Se coloca el esclerómetro en forma perpendicular sobre la superficie del concreto que se va a evaluar y se ejerce una pequeña presión para permitir que el embolo se libere y se deja que se extienda hasta alcanzar su máxima extensión, eliminando la presión sobre el martillo, cuidando siempre que se conserve la perpendicularidad y que la presión sea uniforme hasta que la masa interna del martillo golpee la superficie del concreto. Después del impacto se oprime el botón pulsador y se toma la lectura en la ventana de la escala graduada, registrando el índice de rebote.

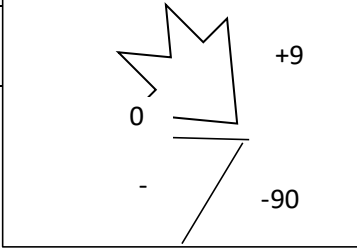
Al calcular el índice de rebote. Dicho índice es la mediana de todas las lecturas y expresada con un número entero. Los n datos obtenidos se ordenan de mayor a menor y se calcula el valor de la mediana:

- Cuando n es impar, la mediana es el valor que ocupa la posición: $(n+1)/2$
- Cuando n es par, la mediana es la media aritmética de las dos observaciones centrales.
- Tomar el valor promedio de 8 a 10 valores de rebote R que ha sido marcados (no incluir valores que sean demasiado altos o demasiado bajos).

Si más del 20% de todas las lecturas difieren de la mediana en más de 6 unidades se descartan la totalidad de las lecturas (se rechazará la zona). En caso contrario el valor obtenido será el índice de rebote.

En el cuadro q se presenta el número de rebotes y la resistencia a Compresión que se determinara con los datos de campo.

CUADRO N°15 DEL ÁNGULO DE IMPACTO VS EL NUMERO DE REBOTES Y LA RESISTENCIA EN Kg/cm2

R	$\alpha -90^\circ$	$\alpha -45^\circ$	0°	$\alpha +45^\circ$	$\alpha +90^\circ$	
20	125	115				
21	135	125				
22	145	135				110
23	160	145				120
24	170	160				130
25	180	170	140	100		
26	198	185	158	115		
27	210	200	165	130	105	
28	220	210	180	140	120	
29	238	220	190	150	138	
30	250	238	210	170	145	
31	260	250	220	180	160	
32	280	265	238	190	170	
33	290	280	250	210	190	
34	310	290	260	220	200	
35	320	310	280	238	218	
36	340	320	290	250	230	
37	350	340	310	265	245	
38	370	350	320	280	260	
39	380	370	340	300	280	
40	400	380	350	310	295	
41	410	400	370	330	310	
42	425	415	380	345	325	
43	440	430	400	360	340	
44	460	450	420	380	360	
45	470	460	430	395	375	
46	490	480	450	410	390	

47	500	495	465	430	410
48	520	510	480	445	430
49	540	525	500	460	445
50	550	540	515	480	460
51	570	560	530	500	480
52	580	570	550	515	500
53	600	590	565	530	520
54	Over 600	Over 600	580	550	530
55	Over 600	Over 600	600	570	555a

DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

Eficiencia Técnica: Es la relación entre la producción y los insumos empleados para obtenerla y que es mayor eficiente aquel, que haciendo un óptimo uso de los recursos, logra mayor producción por unidad de insumo teniendo en cuenta la particularidad y capacidad de su empresa .O sea es la maximización de la producción con un mínimo de recursos o igual la minimización de los mismos dado un nivel de producción a alcanzar.

Agua potable: Se denomina agua potable o agua para el consumo humano al agua que puede ser consumida sin restricción para beber o preparar alimentos. . El agua potable debe tener pH debe estar entre 6,5 y 9,5. Los controles sobre el agua potable suelen ser más severos que los controles aplicados sobre las aguas minerales embotelladas.

Planta Tratamiento: Es un conjunto de estructuras y sistemas de ingeniería en las que se trata el agua de manera que se vuelva apta para el consumo humano.

Turbiedad: a medida del grado de transparencia que pierde el agua o algún otro líquido incoloro por la presencia de partículas en suspensión . Cuanto mayor sea la cantidad de sólidos suspendidos en el líquido, mayor será el grado de turbidez. En potabilización del agua y tratamiento de aguas residuales, la turbidez es considerada como un buen parámetro para determinar la calidad del agua, a mayor turbidez menor calidad. Según la OMS (Organización Mundial para la

Salud), la turbidez del agua para consumo humano no debe superar en ningún caso las 2 NTU, y estar idealmente por debajo de 1 NTU.

Retención: El Tiempo de Retención Hidráulica es el tiempo que una unidad de fluido permanece en un recipiente, es decir, el tiempo que el líquido que entra en tu recipiente tarda en salir del mismo.

CAPITULO III. METODOLOGIA

3.1 MATERIALES

Para recolectar las muestras se utiliza botellas esterilizadas para los ensayos de laboratorio de la planta de tratamiento de agua potable

ENSAYO	Material / Equipo
Análisis Físico	Turbidímetro termómetro Conductímetro
Análisis Químico	pH metro Colorímetro Radiactivos (Fe, Al, Manganeseo, nitrato y sulfato) Dureza.
Análisis Bacteriológico	Método de placa fluida: Placas Petri, jeringas, guantes, mechero a gas ,el recolector de muestras, hornos o incubadoras y soluciones para las bacterias heterotróficas- Filtración por membrana: Coliformes totales: placas Petri color rosado. Coliformes termotolerantes placas Petri color azul
Ensayo para tiempo de retención	Guantes quirúrgicos, Balde de 20L, Cloruro de sodio o sal, Conductímetro, cronometro
Ensayo de Esclerómetro	Esclerómetro, agua

Recursos humanos

Tesista : Quiliche Aguirre Cecilia Esthefany.

Asesor : Ing. Méndez Cruz Gaspar.

En el laboratorio que se encuentra en PTAP- EPS (Empresa Prestadora de Servicios)

Jefe de Planta : Ing. Químico. Singler Guadalupe Ramos.

Biólogo : José Luis Vásquez Vela

Asistente : Diego Jiménez Abarca.

Operadores : Son 8 personas (para las dos plantas) en 3 turnos cada 8 horas, en la planta nueva solo se trabaja 4 personas en diferentes turnos:(6am-2pm, 2pm – 10pm , 10pm – 6am).

LOCALIDAD

➤ UBICACIÓN CARTOGRAFICA

Grafico N°01: Localización Geográfica del departamento de Cajamarca



Grafico N°02: Localización Geográfica de la Provincia de Jaén

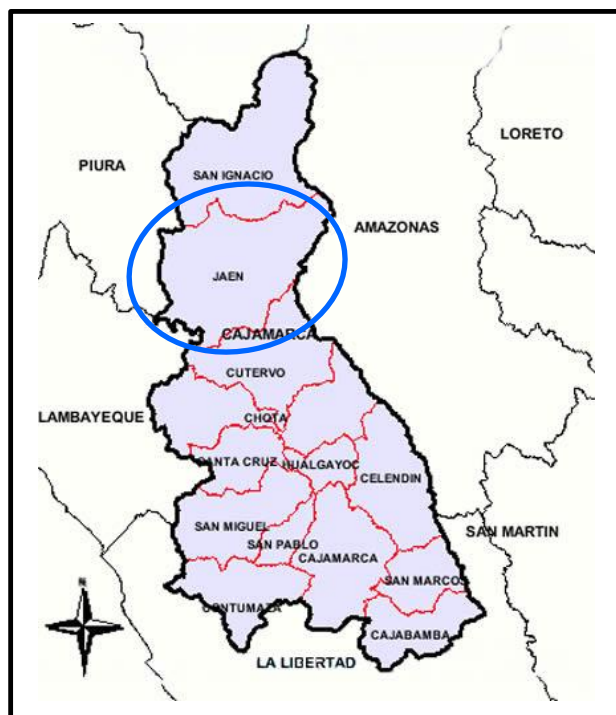


Grafico N°03: Localización Geográfica del Distrito de Jaén

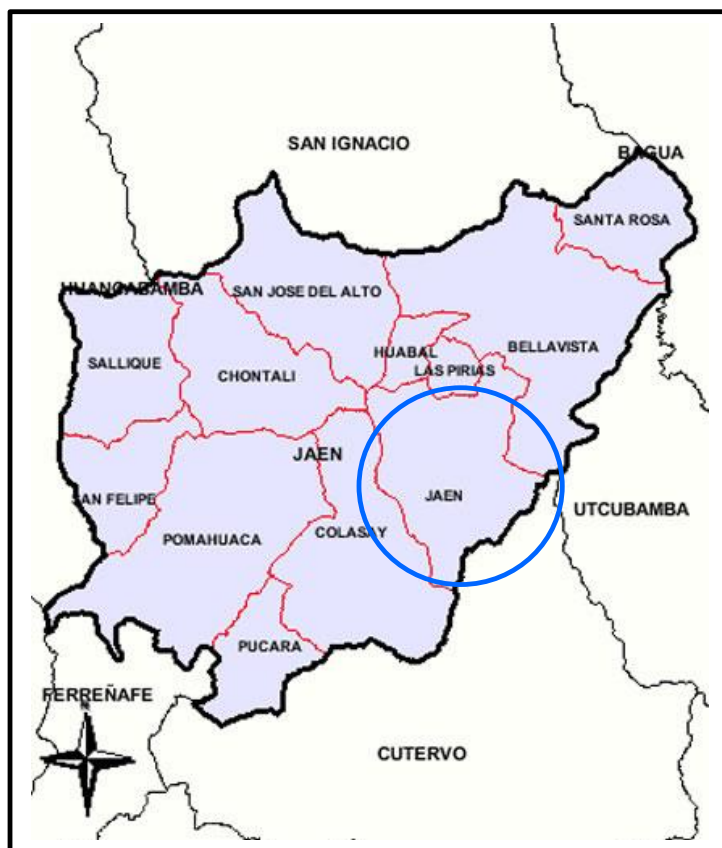
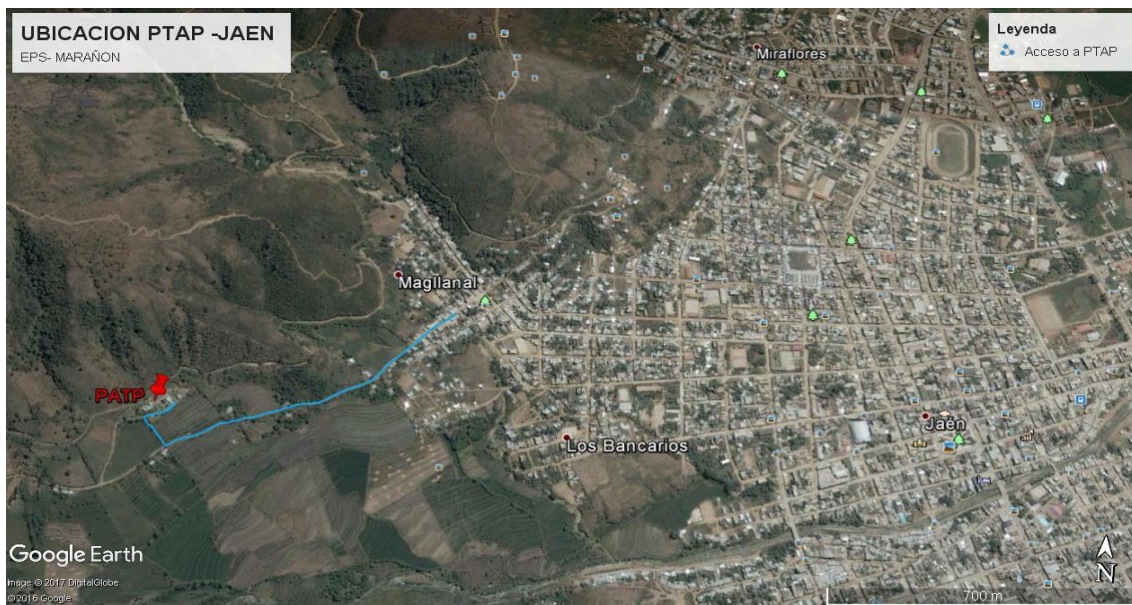


Grafico N°04: Ubicación Geográfica de la PTAP- EPS MARAÑÓN



CUADRO N°16: COORDENADAS DE LA EPS- MARAÑÓN

DESCRIPCION	ESTE	NORTE	COTA
COORDENADAS DE LA PTAP-EPS	740950.00	9368477.00	841 msnm

Estado Actual de las Instalaciones de la PTAP:



FOTO N° 1:

Vista donde se aprecia las dos plantas , hacia la derecha se encuentra la PTAP Antigua y hacia la izquierda la PTAP N°02, en infraestructura tienen 3 años de utilidad

La época en la que se realizó la investigación fue en estiaje por la condición del clima, la cual los resultados obtenidos pueden variar si es que lo realizamos en otro tiempo del año.

3.2 METODOS

Evaluación de la Estructura:

a) Caudal:

La medición del caudal se efectuará en el vertedero rectangular que se forma en la coronación de la rampa. Este vertedero se ha acondicionado con una tabla con sus medidas para que se pueda efectuar correctamente la medición, utilizando una regla graduada que se colocara en la caja de entrada en el lado opuesto al vertedero y con el 0 de la regla coincidiendo con el nivel del vertedero y luego aplicar la fórmula correspondiente para la determinación del caudal de operación de la planta de tratamiento, (Cánepa, 1999).

Se determinó con los datos proporcionados por los operadores de la Planta de Tratamiento de Agua Potable, siendo el valor de caudal 170 L/seg, el mismo que fue verificado en el macromedidor a la salida de Planta.

También haciendo uso de la siguiente fórmula teóricamente verificamos su caudal.

$$Q = 1.84 \times L \times H^{3/2} \quad (01)$$

Donde:

Q = Caudal (m³/seg)

L = Ancho canal (m)

H = Altura sobre la cresta del vertedero (m)

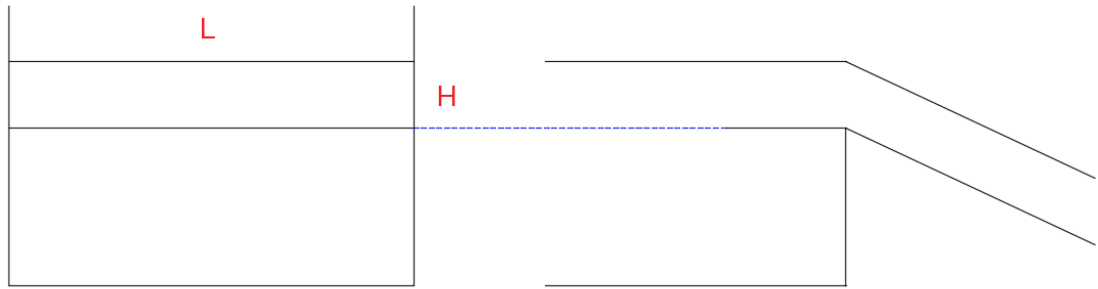


Figura N°10: Vista en perfil del vertedero y rampa.

b) Evaluación de Dosificación:

A través de ensayos de pruebas de jarras se determina la dosis óptima de sulfato de aluminio y el Policloruro de aluminio (PAC), con una determinada concentración expresada en porcentaje 1-2(%), esta dosis óptima produce la más rápida desestabilización de las partículas coloidales, que va a permitir la formación de un flóculo pesado y compacto, que pueda ser fácilmente retenido en los sedimentadores y no se rompa al pasar por las unidades de filtración. La prueba de jarras se ejecuta básicamente colocando en cinco a seis vasos de precipitado o frascos de boca ancha de 1 a 3 litros de agua de la muestra, agregándole diversas dosis de coagulante a cada uno mientras se agita fuertemente la muestra y luego suspendiendo la agitación violenta y dejando por 10-30 minutos una agitación lenta, durante la cual se observa el aspecto y tamaño de floculo en cada vaso. Se realiza la observación visual para ver la forma como se desarrolla el floculo en cada una de las jarras, escogiendo aquella que produzca el floculo más grande, mayor velocidad de asentamiento aparente, y que deje ver un agua más cristalina entre las partículas coagulante. El tiempo de formación del floculo se determina en segundos haciendo uso de un cronometro y se observa el indicio de la formación del floculo, es uno de los sistemas para cuantificar la velocidad de reacción.

Del agua cruda que ingresa a la planta, sacamos una muestra representativa en el punto de ingreso la cual contiene una cantidad de turbiedad inicial expresada en unidades de UNT, el día de la evaluación de dicha planta de tratamiento para ser utilizada en la prueba de jarras.

El procedimiento se realizó en el laboratorio de la planta de tratamiento de agua potable de la empresa prestadora de servicios - marañón, la cual consta de los siguientes procesos:

- Seleccionar el coagulante más efectivo.
- Determinar la dosis óptima de coagulante.
- El pH óptimo de coagulación.
- El modificador de pH más efectivo.
- La dosis óptima de modificador de pH.
- Ayudante de coagulación y dosis óptima correspondiente.
- La concentración óptima del coagulante seleccionado.
- La secuencia de aplicación de sustancias químicas.

Para la dosificación se realizó la prueba de jarras en época de lluvia



FOTO N° 02:

Vista donde se aprecia la muestra recolectada del agua que ingresa a la PTAP N°02 – 03/11/2016

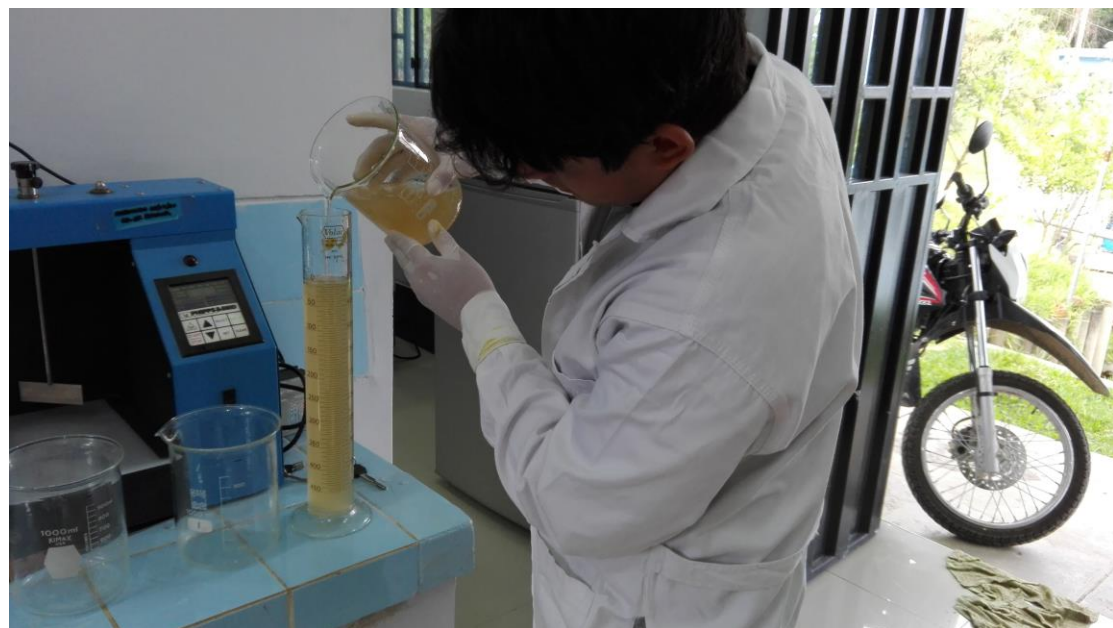


FOTO N° 03

Vista donde se aprecia al laboratorista midiendo la cantidad de agua en la probeta para luego llenar en el vaso precipitado de la PTAP N°02 – 03/11/2016



FOTO N° 04:

Vista donde se aprecia al laboratorista vertiendo el agua de la probeta medida al vaso precipitado de la PTAP N°02 – 03/11/2016



FOTON° 05:

Vista donde se aprecia al laboratorista con los 5 vasos precipitados para colocarlo en el equipo para la prueba de Jarras de la PTAP N°02 – 03/11/2016



FOTON° 06:

Vista donde se aprecia los 5 vasos precipitados en el equipo para la prueba de Jarras de la PTAP N°02 – 03/11/2016



FOTO N° 07:

Vista donde se aprecia el Policloruro de Aluminio (PAC) para hacer la prueba de jarras de la PTAP N°02 – 03/11/2016

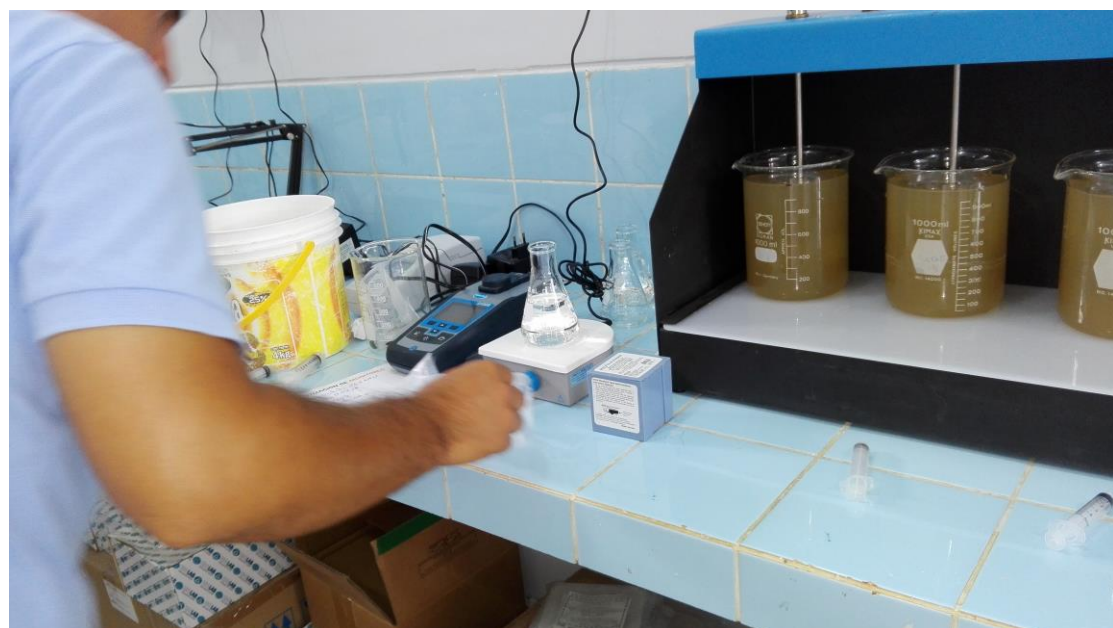


FOTO N° 08:

Vista donde se aprecia la solución(1%) de 1 gramo en el matraz para hacer agitada en 100ml de agua y se colocó en los vasos de ensayo a 1000ml.- 03/11/2016



FOTO N° 09:

Vista donde se aprecia la solución (1%) de 1 gramo en el matraz para hacer agitada en 100ml de agua y se colocó en los vasos de ensayo a 1000ml.- 03/11/2016



FOTO N° 10:

Vista donde se aprecia la colocación de solución del PAC medida haciendo uso de la jeringa de tuberculina en los 4 vasos de ensayo con el agua turbia ,en donde un vaso de ensayo no colocamos para su respectiva comparación de la PTAP N°02.- 03/11/2016



FOTON° 11:

Vista donde se aprecia el equipo de prueba de jarras con los vasos de ensayo realizando los movimientos en Revoluciones por minuto 160 rpm de la PTAP N°02.- 03/11/2016



FOTON° 12:

Vista donde se aprecia el ensayo de pruebas de jarras después de haber seguido el procedimiento respectivo haciendo uso del coagulante PAC en la PTAP N°02.- 03/11/2016- tiempo de reposo para actuar el coagulante es de 2'.

REGISTRO DE DATOS DE PRUEBA DE JARRAS
DETERMINACION DE DOSIS OPTIMA DE COAGULANTE EN EL TRATAMIENTO DE AGUA

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE - JAEN FECHA : 03/11/2016

AGUA CRUDA		DOSIFICACION mg/l			OBSERVACIONES VISUALES		AGUA SEDIMENTADA			AGUA FILTRADA		
JA	Color UC	MEZCLA RAPIDA			VOLUMEN DE JARRAS		FLOCULACION SEDIMENTACION			Marea Filtro		
RRAS	Turbiedad 245 NTU	Tiempo : min			ML		Tiempo de Floc min Tiempo de sed min					
	Dureza mg/l	Grad : rpm			Deflectores Si No		Velocidad rpm Gradiente					
Nº	pH	Alcalinidad mg/l	Coagulante Nombre	ml	Alcalinizante	Tiempo de Form de Floc	Indice de Willcomb	pH	Color U.C.	Turbiedad Residual	Turbiedad Residual	Color U.C.
1												
2			2 ml PAC	2						9.75		
3			3 ml PAC	3				7.53		3.31		✓
4			4 ml PAC	4				7.65		2.18		✓
5												
6												
7												
8												
9												
10												

OTRAS OBSERVACIONES
Orden de aplicación de los productos :
" "
" "
" "
temperatura del agua : °C
arémetro Optimo :
LABORADO POR :

INDICE DE WILLCOB
0 - Floc coloidal. Ningún signo de aglutinación
2 - Visible. Floc muy pequeño, casi imperceptible para un buen observador no entrenado.
4 - Disperso. Floc bien formado pero uniformemente distribuido. (sedimento muy lentamente o no sedimenta)
6 - Claro. Floc de tamaño relativamente grande pero que precipita con lentitud.
8 - Bueno. Floc que se deposita fácil pero no completamente.
10- Excelente. Floc que se deposita todo, dejando el agua cristalina.

Dosis 30 ml/l

FOTONº 13:

Vista donde se aprecia el registro de Datos de Prueba de Jarras para su determinada dosis optima de coagulante en el tratamiento de agua - PTAP N°02.- 03/11/2016

TIPO DE COAGULANTE

Policloruro de Aluminio (PAC)



FOTONº 14:

Vista donde se aprecia el coagulante de Policloruro de Aluminio que es utilizado en PTAP N° 02, se utiliza en tiempo de lluvias.

Descripción del Producto: Es el nombre comercial del Policloruro de Aluminio fabricado por Aris Industrial S.A , el cual es un polímero inorgánico de mediana basicidad, fabricado a partir de materias primas seleccionadas, bajo estrictas condiciones de proceso. Corresponde a un producto cuya fórmula general es $Al_n(OH)_{3n-m}Cl_m$, donde $0 < n < m$. Es un producto que se presenta en forma líquida lo que facilita su manejo y su aplicación en plantas industriales y de potabilización.

CUADRO N° 17: Materiales usados en el laboratorio.

MATERIALES	
Turbidímetro	Jeringas
Multiparametro	Balde de 20 L.
Conductímetro	Probeta 1L
Guantes de Látex	Floculador de Laboratorio
Mascarilla, guardapolvos	Balanza
Vasos de precipitación 1L, 100 mL	Coagulante: Sulfato de Aluminio y PAC

Descripción:

Este producto se emplea en épocas de lluvia cuando la turbiedad es mayor a la normal en estiaje.

En un vaso de precipitación de 100 ml se le coloca en la balanza (tarada) y se le agrega el "PAC" hasta que llegue a indicar 1gr y se le disuelve con una agua destilada a 100 ml, en los vasos de precipitación de 1L se le agrega el agua a tratar extraída en la entrada a la PTAP, se le agrega en 5 vasos de precipitación y se lo coloca en el Floculador de laboratorio, que las paletas no toquen el vaso y se deja trabajar al equipo después de haber sacado análisis físico, químicos al agua, 1 minuto para que homogenice, 1 minuto a 150 rpm después de agregar a cuatro vasos el coagulante, uno queda como incoloro , 3

minutos a 60 rpm para el mezclado lento, 2 minutos a 30 rpm para el tiempo de sedimentación, el tercer vaso indica mejor la sedimentación y rapidez.

SULFATO DE ALUMINIO:



FOTONº 15:

Vista donde se aprecia el coagulante de sulfato de Aluminio que es utilizado en PTAP N° 02, se utiliza en tiempo de estiaje.

Sinónimos: Sulfato Aluminio Grado 1.

Sulfato Aluminio Tipo A, Alumbre.

Descripción: Se sigue el procedimiento establecido en el marco Teórico; también explico el biólogo a cargo de laboratorio que el sulfato de aluminio no se usa en épocas de lluvia debido a que su reacción ante una turbiedad mayor para la coagulación de partículas demora y eso hace que en el sistema de tratamiento falle y sea ineficiente por eso se utiliza el PAC

c) Canal Parshall

Para determinar el tiempo de retención, se realiza el siguiente procedimiento:

Materiales:

- 01 Balde de 20 L.
- 03 Guantes de látex
- 10 bolsas de sal.

- Conductímetro.
- Wincha.

Descripción:

Se tomó la medida de la garganta del parshall para calcular el tirante y verificar el caudal si se encuentra en el rango de máximos y mínimos con el caudal del campo.

Caudal: Dato que fue proporcionado por operadores que se leyó en el aforador 170l/s, también para determinar su eficiencia se utilizó el insumo y producto.

Dosificación: En 20L (un balde) colocamos cinco bolsas de sal.

Lectura de Retención de Tiempo: Al verter el agua en la solución de sal en el inicio del canal parshall se tomó tiempo hasta que llegue la solución al final del canal parshall.

$T_{\text{retención}} = 1'$ (Minuto)



FOTO N° 16:

Vista donde se aprecia el el agua del canal parshall en el balde de 20 litros y luego se le agrega las bolsas de Cloruro de Sodio (sal) y se mide con el Conductímetro.

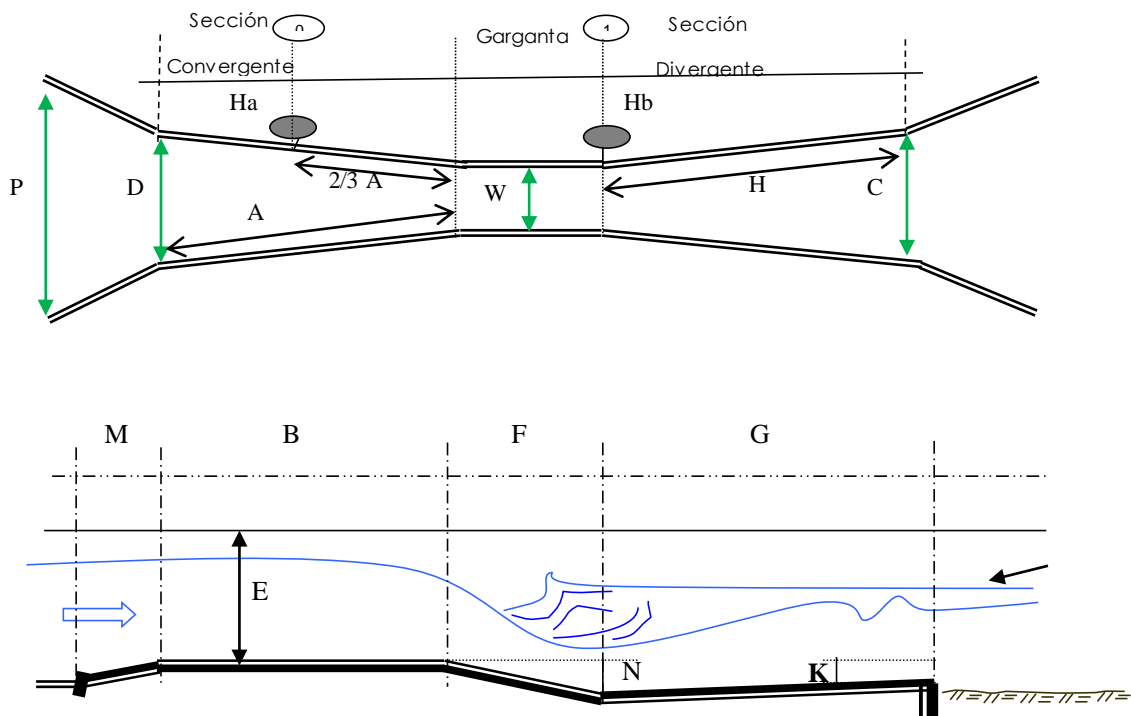


FOTO N° 17:

Vista donde se aprecia el el agua del canal parshall en el balde de 20 litros y luego se le agrega las bolsas de sal y se mide con el Conductímetro.

La estructura del aforador parshall se dimensiona de acuerdo al ancho de la garganta, como se especifica en el marco teórico ideada por R.L.Parshall, 1927

En campo se tomó la medida del ancho de garganta para luego llevarla al cuadro N°01 Donde:



- W = Tamaño del canal (ancho de la garganta)
 A = Longitud de la parte lateral de la sección convergente.
 $\frac{2}{3} A$ = Distancia posterior al extremo de la cresta al punto de medida
 B = Longitud axial de la sección convergente.
 C = Ancho del extremo aguas abajo del canal.
 D = Ancho del extremo aguas arriba del canal
 E = Profundidad del canal.
 F = Longitud de garganta.
 G = Longitud de la sección divergente.
 K = Diferencia de cotas entre el extremo inferior y la cresta
 N = Profundidad de la dispersión en la garganta debajo de la cresta.

En campo: W=0.47m, Según **EL CUADRO N° 01 Interpolamos**

W	A	B	C	D	E	F	G	K	N	X	Y	Caudal límite para flujo libre	
												máx	mín
m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m ³ /s.	m ³ /s.
0.47	1.45	1.43	0.775	1.04	0.91	0.61	0.91	0.08	0.23	0.05	0.08	0.71	0.015

Q mín. < Q maxd < Q máx.
 0.015 **0.170 m³/seg** 0.71

El caudal se encuentra en el rango según Tabla N°01. En el canal parshall existen dos canales que conducen a las dos mini plantas existentes, por el cual se reparte el caudal leído al inicio de la entrada del canal, siendo así el caudal de cada uno diferentes pero no con una gran diferencia llegando a cada uno al Floculador.



FOTO N° 18:

Vista donde se aprecia el canal parshall y los canales que derivan a los dos floculadores de la mini plantas

Muestreo: Se realizó la recolección de muestras para el análisis físico, químico y biológico.

Muestra N° 03: Entrada de la Planta de Tratamiento de Agua Potable N° 02



FOTO N° 19:

Vista donde se aprecia Muestra N° 03: Entrada de la Planta de Tratamiento de Agua Potable N°02.



FOTON°20:

Vista donde se aprecia Muestra N° 03:Entrada de la Planta de Tratamiento de Agua Potable N°02

Estructura Parshall

Se realizó mediante el ensayo de esclerometria teniendo en cuenta su procedimiento según: ENSAYO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO (A.S.T.M. C 805).



FOTON°21

Vista donde se aprecia ensayo comparativo de la resistencia a la compresión del concreto (A.S.T.M. C 805) en el Canal Parshall.

d) Floculador de flujo vertical

Estructuralmente en el campo las medidas del Floculador coinciden con las de los planos hechos por la EPS- MARAÑÓN.

En el Plano se visualiza que cada parte del tramo del Floculador es de 1.5, 2.05 y 3.55m, con pantallas de madera revestido con fibra de vidrio $e=0.04\text{m}$ - espaciado @ 0.23m, altura de pase de fondo 0.35m; en PTAP- EPS Marañón hay 2 floculadores con estas respectivas medidas.

En el tiempo de retención se controló desde la entrada al Floculador, tomando medida con el equipo de Conductímetro a la solución que contiene el agua, hasta donde cambian de sentido; el recorrido de esta tiende a un tiempo de retención de 22' minutos teniendo en cuenta el aumento del pH.



FOTO N° 22:

Vista donde se aprecia el Floculador y la placas de madera de madera

Canal de distribución de agua floculada

El agua floculada es conducida a los decantadores a través de un canal de 0.70m con un tirante de agua de 0.55m.

El canal de distribución tendrá el objetivo de realizar la distribución uniforme del agua floculada a los dos decantadores laminares, el ancho del canal es de 0.70 m y altura útil variable entre 2.00 y 0.80 m al final del canal. La alimentación a cada decantador se hará por medio de dos ventanas de 0.5m de ancho por 0.45 m de altura, en los que al paso del agua se producirá un gradiente de velocidad aceptable de 15.5 s-1. En estas condiciones, la diferencia de caudal de diseño entre la primera y la última unidad será de 2.1%.

-Muestreo: Se realizó la recolección de muestras para el análisis físico, químico y biológico.

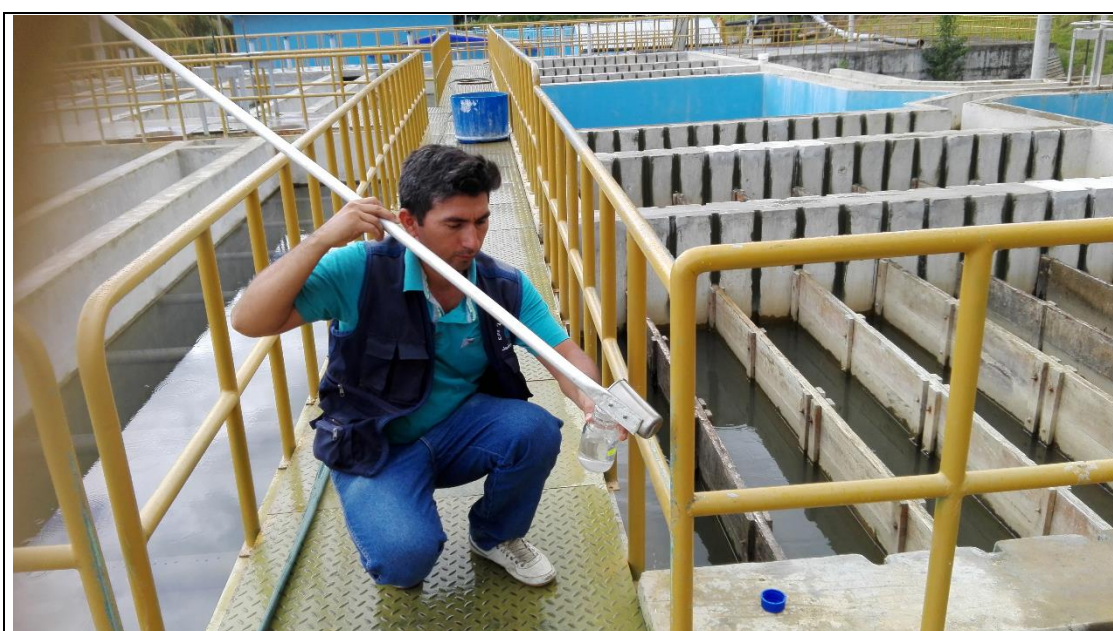


FOTO N° 23:

Vista donde se aprecia Muestra N° 04:Salida de Floculador



FOTO N° 24

Vista donde se aprecia Muestra N° 04: Salida de Flocculador

Estructura Flocculador:

Se realizó mediante el ensayo de esclerometria teniendo en cuenta su procedimiento según: ENSAYO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO (A.S.T.M. C 805).



FOTO N° 25

Vista donde se aprecia ensayo comparativo de la resistencia a la compresión del concreto (A.S.T.M. C 805) en el Flocculador.

e) DECANTADOR LAMINARES DE PLACAS PARALELAS:

Se han considerado dos unidades donde cada uno cuenta con dos zonas de sedimentación de 1.60 m de ancho por 5.35 m de largo. Estas unidades se componen de las siguientes estructuras: a) canal interior de distribución de agua floculada por debajo de las placas, b) zona de sedimentación entre placas paralelas, c) sistema de recolección de agua decantada y d) sistema de almacenamiento y extracción hidráulica de los lodos.

- **Canal central de distribución de agua floculada**

Para distribuir el agua floculada por debajo de las placas, se ha considerado un canal central de 0.75 m de ancho, 10.10 m de largo y altura variable entre 0.80 y 2.0 m. A cada lado del canal se ha proyectado una hilera de 20 orificios de 200mm de diámetro espaciados a 0.50m centro a centro. El diseño permite una desviación de caudal de 6.9 entre el primer y el último orificio y la gradiente de velocidad al paso por los orificios será de 15.1 s^{-1} .

- **Zona de sedimentación**

Se han considerado decantadores de placas diseñados con una tasa real de $15.0 \text{ m}^3/\text{m}^2 \times \text{d}$. Cada unidad está constituida por dos módulos de placas paralelas de 1.04 m de alto por 1.90 m de ancho y 10.10 m de largo, ubicados a cada lado del canal central de distribución de agua floculada. Cada módulo estará compuesto por 68 placas de 1.90 m de ancho, 1.20 m de alto y 0.08 mm de espesor, inclinadas a 60° . Las placas son de vinilo reforzadas con hilos de poliéster de alta tenacidad (KP 500 ó 1,000), recubiertas por ambos lados con PVC de formulación especial. Las placas de vinilo reforzado tendrán bastas en todo el contorno, cabos o refuerzos internos en los cuatro lados y estarán provistas de planchas de aluminio en las cuatro esquinas fijadas mediante pernos de acero inoxidable a los perfiles ubicados en las paredes de los canales laterales, que servirán para templar las vinilonas en sus cuatro esquinas. Los perfiles ubicados en las paredes de los canales laterales son de 90° , con orificios espaciados cada 14 cm. centro a centro. El perfil superior se ubicará a 1.50 m del borde superior del decantador, de tal manera que el nivel superior del módulo de decantación este sumergido 1.0 m bajo el agua. Las lonas se instalarán formando un ángulo de 60° con el plano horizontal, por lo que el perfil inferior se

colocará paralelo al anterior a una distancia de 1.04 m y con los orificios dispuestos en forma similar.

- **Sistema de recolección de agua decantada**

Es un sistema de recolección con una tasa de 1.6 l/s x m y compuesto por 8 tubos de PVC de 200 mm de diámetro y 1.90 m (longitud útil incluir en metrado el grosor de las paredes de los lados) de largo en cada módulo de decantación, la tubería cuenta con 19 orificios de ½" espaciados cada 0.1m. La tubería estará sujeta por ambos extremos en la pared

- **Sistema de almacenamiento y extracción hidráulica de lodos – colector múltiple con tolvas separadas**

Cada unidad tiene un sistema de almacenamiento de lodos consistente en tres tolvas de forma tronco piramidal y un colector múltiple. Cada tolva tiene una base de 3.23m x 4.95 m y 1.00 m de altura. La tasa de producción de lodos ha sido estimada en 0.005 litros de lodo por cada l/s de agua tratada. El volumen total de almacenamiento es de 16.67 m³ y con frecuencia diaria de máxima descarga en de lodos en época de lluvias.

En el vértice de cada tolva se ha considerado un orificio de 200mm de diámetro, por el que ingresará el lodo al colector-extractor de lodos. El colector será de PVC de 550 mm o 22" de diámetro y está diseñado para extraer en forma pareja y simultánea el lodo de las tres tolvas. El control se ejecutará por medio de una válvula mariposa del mismo diámetro, la misma que operará con una carga hidráulica de 3.80 m.

Muestreo: Se realizó la recolección de muestras para el análisis físico, químico y biológico.

Muestra N° 05: Salida de Decantación.



FOTO N° 26:

Vista donde se aprecia Muestra N° 05: Salida de Decantador de la PTAP N°2



FOTO N° 27:

Vista donde se aprecia Muestra N° 05: Salida de Decantador

El procedimiento consiste en determinar la turbiedad del agua después de ser sedimentada y determinar con cuanto de turbiedad está saliendo en unidades

de UNT, para luego determinar la eficiencia de los decantadores, de acuerdo a la siguiente tabla.

Cuadro N° 18: Clasificación de la eficiencia, en función de la calidad del agua producida

Eficiencia	Turbiedad del agua decantada (UNT)
Excelente	<5
Muy Buena	5-10
Buena	10-15
Regular	>15

Fuente: (Maldonado, 2011).

El tiempo de retención se realizó por medio del ensayo de trazadores, se determina el tiempo real de retención de las unidades de decantación.

- Agregar la sal común como trazador en punto de ingreso de cada decantador y a partir de este momento, establecido como punto de partida para el ensayo, se toma la muestra hasta que el incremento en la dosis se perciba en la salida del decantador.
- Se toma el tiempo correspondiente con el cronometro y medimos la conductibilidad a la muestra en que se presentó el incremento máximo de sal común.
- El intervalo de tiempo transcurrido entre el incremento de la dosis que estaba aplicando punto ingreso y la presentación del incremento de sal común a la salida de la estructura estará indicando el tiempo de retención real (Tr) entre el punto de aplicación de sal común y el lugar en el que se tomaron las muestras.

Estructura Decantadores

Se realizó mediante el ensayo de esclerometria teniendo en cuenta su procedimiento según: ENSAYO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO (A.S.T.M. C 805).



FOTO N° 28

Vista donde se aprecia ensayo comparativo de la resistencia a la compresión del concreto (A.S.T.M. C 805) en el Decantador.

f) FILTROS RAPIDOS

El agua decantada pasa a un canal central común de doble fondo de 1.5 m de ancho, la parte superior del canal conduce el agua tratada hacia los filtros y el canal del fondo es un sistema de drenaje (Limpieza) de los decantadores, floculadores y filtros.

El agua decantada ingresa a los filtros controlados por medio de válvulas tipo mariposa de DN 300mm.

El sistema de filtración consta de una batería de 08 filtros de arena, preparados para operar con tasa declinante y auto lavado o lavado mutuo. Los filtros tienen canales laterales de aislamiento y de interconexión, lo cual facilitará sacar de operación una unidad, mientras las restantes siguen operando.

Los parámetros ideales han sido definidos para el caudal de 200 L/s. En este caso la tasa de filtración es de 150 m³/m² x d y la velocidad de lavado de 0.833 m/min., obteniéndose una expansión de 26.9% con el material indicado en el cuadro 19. En el cuadro 24 se puede observar que la expansión promedio que se obtendría de 26.9% operando con caudales de 200 - a L/s, la tasa de lavado

para caudales de 13 y 18l/s es de 0.39 y 0.53 m/min respectivamente lo que indica un déficit para el lavado de un filtro con esos caudales de tratamiento, para esta condición se ha proyectado un sistema adjunto a la planta para suministrar la cantidad de agua necesaria para el lavado de las unidades de filtración. En el cuadro N°20 se indica el volumen de agua necesaria para el lavado de las unidades de filtración basado en la capacidad de tratamiento.

Cuadro N°19.- Especificaciones para el medio filtrante

Tamaño	Unid	Dimensiones
Efectivo	mm	0.65
Mínimo	mm	0.42
Máximo	mm	1.41
C.U.		1.50

Cuadro N°20.- Volumen adicional de agua para lavado de filtros

Caudal	Unid	Dimensiones
11	m ³	8.4
15	m ³	6.0
18	m ³	4.2
21	m ³	2.4
25	m ³	0.0

El drenaje proyectado está compuesto por viguetas de concreto prefabricadas de 0.32 m de ancho y 0.25 m de alto, según se detallan en los planos respectivos. La distribución de tamaños y alturas de grava apropiadas a este tipo de drenaje se indican en el cuadro N°21.

Cuadro N°21.- Especificaciones de la capa soporte de grava para viguetas prefabricadas

Capa	Espesor (cm.)	Tamaño (pg)
1	7.5	1/8" – 1/4"
2	7.5	1/4 " - 1/2"
3	7.5	1/2" – 3/4"
4	10.0	3/4" – 1 1/2"
Fondo	12.5	1 1/2" – 2"
Total	45.0	

La instalación de filtración está compuesta por un canal de distribución de agua decantada de 1.50 m de ancho equipados con válvulas de mariposa de 300 mm de diámetro a la entrada de agua decantada a cada filtro. Debajo de este canal se encuentra el canal de disposición de agua de lavado. La descarga del agua de retro-lavado se efectúa mediante válvulas tipo mariposa de 500 mm de diámetro.

Cada filtro tiene un canal de aislamiento de 0.60 m de ancho, el cual se comunica con el canal de interconexión de la batería mediante una compuerta de 0.50 x 0.50 m.

En un extremo del canal de interconexión se encuentra tres vertederos de 0.85 m de ancho el cual proporciona la carga para la operación de lavado de los filtros.

Para el lavado de los filtros del 01 al 04 se interconectan con los demás filtros por medio de tubería de PVC de 400mm y controlado a través de válvulas del mismo diámetro y cuenta con una caja de control de vertedero con el que hace un total de tres vertederos de control de operación.

Los vertederos son graduables con el fin de poder instalar la carga de lavado necesaria de acuerdo al caudal de operación.

Muestreo: Se realizó la recolección de muestras para el análisis físico, químico y biológico.

Muestra N° 06: Salida de Filtros.



FOTO N° 29:

Vista donde se aprecia Muestra N° 06:Salida de Filtros

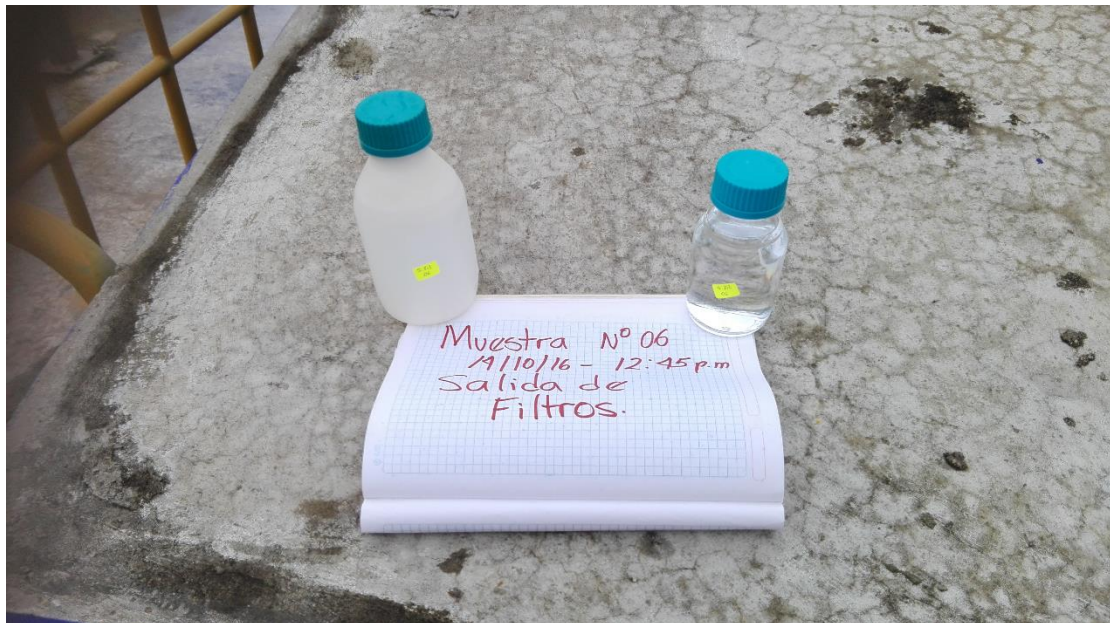


FOTO N° 30:

Vista donde se aprecia Muestra N° 06:Salida de Filtros

La expansión del lecho filtrante depende del caudal de lavado y del peso de los granos de arena. Este último varía de acuerdo con el diámetro del material granular.

Objetivo es determinar el porcentaje de aumento de espesor del lecho filtrante durante la operación de lavado, (Maldonado,2011).

Procedimiento:

- Antes del inicio del lavado, situar la varilla dentro del filtro colocando el extremo inferior encima del lecho filtrante.
- Proceder a efectuar el lavado normalmente.
- Después de 3 minutos, retirar suavemente la varilla, verificar cuántas cajas están llenas del material filtrante y medir la distancia (Δh) entre la caja más alta que contenga arena y el extremo inferior de la varilla.
- Determinar la altura del lecho filtrante (h) en el punto de medición
- Determinar el porcentaje de expansión (E) del lecho filtrante
- Efectuar esta medición en varios puntos del lecho filtrante para determinar si la expansión es uniforme en toda el área del filtro.
- Para que el medio filtrante se lave bien, debe producirse una expansión de 25% a 30% de manera uniforme en toda el área del filtro.

Estructura Filtros

Se realizó mediante el ensayo de esclerometria teniendo en cuenta su procedimiento según: ENSAYO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO (A.S.T.M. C 805).

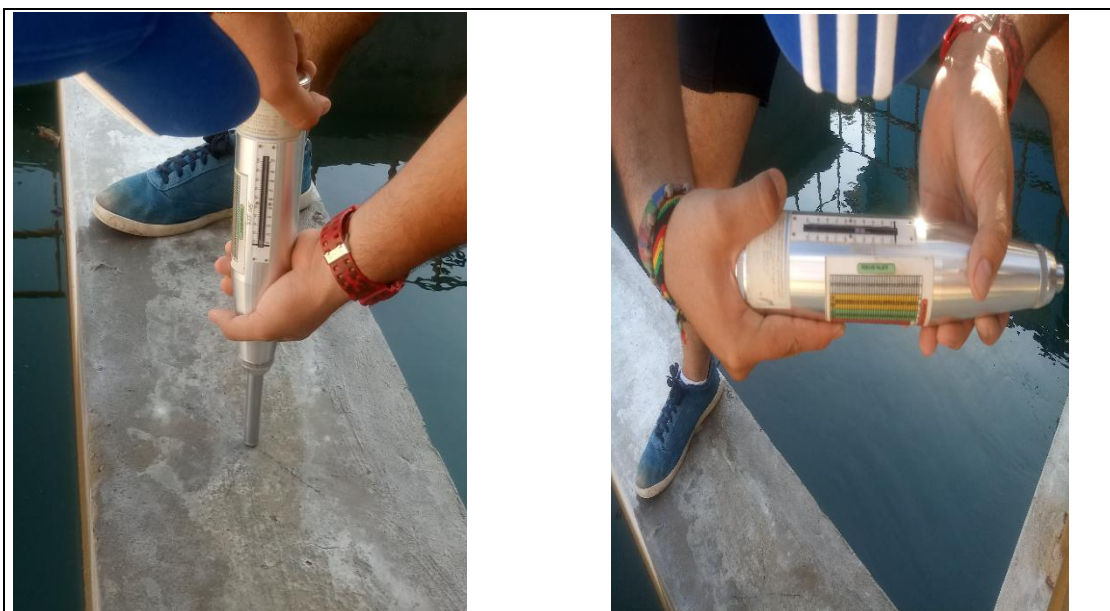


FOTO N°31

Vista donde se aprecia ensayo comparativo de la resistencia a la compresión del concreto (A.S.T.M. C 805) en Filtro.

g) CALIDAD DE AGUA

Descripción: Los parámetros para analizar a PTAP N°2 se utilizó:

CUADRO N° 22 PARAMETROS DE CALIDAD DE AGUA

PARAMETROS FISICOS	PARAMETROS QUIMICOS	PARAMETROS BIOLÓGICOS
Temperatura Turbiedad Conductividad	pH, Aluminio (Al), Hierro (Fe), Manganeso (Mn), Nitrato (NO ₃), Sulfato (SO ₄) y Dureza.	Coliformes Totales, Coliformes Termotolerantes y Recuento Heterotrófico.

Elaboración Propia

El Análisis de Agua se realiza por la empresa a cargo de la Planta de tratamiento de agua Potable –EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO JAÉN (EPS) y también por la DIRECCION DE SALUD (DISA) , teniendo en cuenta lo siguiente:

Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano D.S N° 031-2010-SA, La Asociación Americana de Salud Pública (American Public Health Association, APHA), La asociación Americana de Abastecimiento de Agua (American Water Works Association, AWWA), han establecido normas

internacionales para la caracterización de la calidad del agua (APHA-AWWA-WPCF 1992).

Normas Sanitarias de Calidad de las Aguas Destinadas al Uso Humano y Frecuencia Mínima de Muestreo para Análisis de Parámetros Microbiológicos

Se recolecto Muestras en las siguientes partes que conforman en la Planta de Tratamiento de Agua Potable en tres (03) días diferentes para los Análisis Físicos, Químico y Biológicos:

Muestra N° 03: Entrada de la Planta de Tratamiento de Agua Potable N° 02

Muestra N° 04: Salida de Flocculador.

Muestra N° 05: Salida de Decantación.

Muestra N° 06: Salida de Filtros.

Muestra N° 07: Salida de Planta de Tratamiento de Agua Potable N° 02.



FOTO N°32:

Vista donde se aprecia Muestras de la PTAP N° 02 para el Análisis Físico -Químico



FOTONº 33:

Vista donde se aprecia Muestras de la PTAP N° 02 para el Análisis Biológico

Análisis Físico:



FOTONº 34:

Vista donde se aprecia el Análisis Físico : PH y Temperatura con el equipo pHmetro por parte de la EPS-Marañón 14/10/2016



FOTO N° 35:

Vista donde se aprecia el Análisis Físico : Conductibilidad con el equipo de Conductímetro por parte de la EPS-Marañón 14/10/2016

Análisis Químico:

pH: Es una forma de expresar la concentración Hidrogeno $[H^+]$ o mas exactamente de su actividad. Se usa universalmente para expresar la intensidad de las condiciones ácidas o alcalinas de una solución.

La escala va de 0 hasta 14 y 7 representa la neutralidad.

Varía con la Temperatura, ya que esta influye en el grado de disociación de los compuestos en solución aumentando o disminuyendo la concentración de iones.

Aluminio (Al): Protocolo que realiza la EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO –JAEN (EPS)- (Ver Anexos)

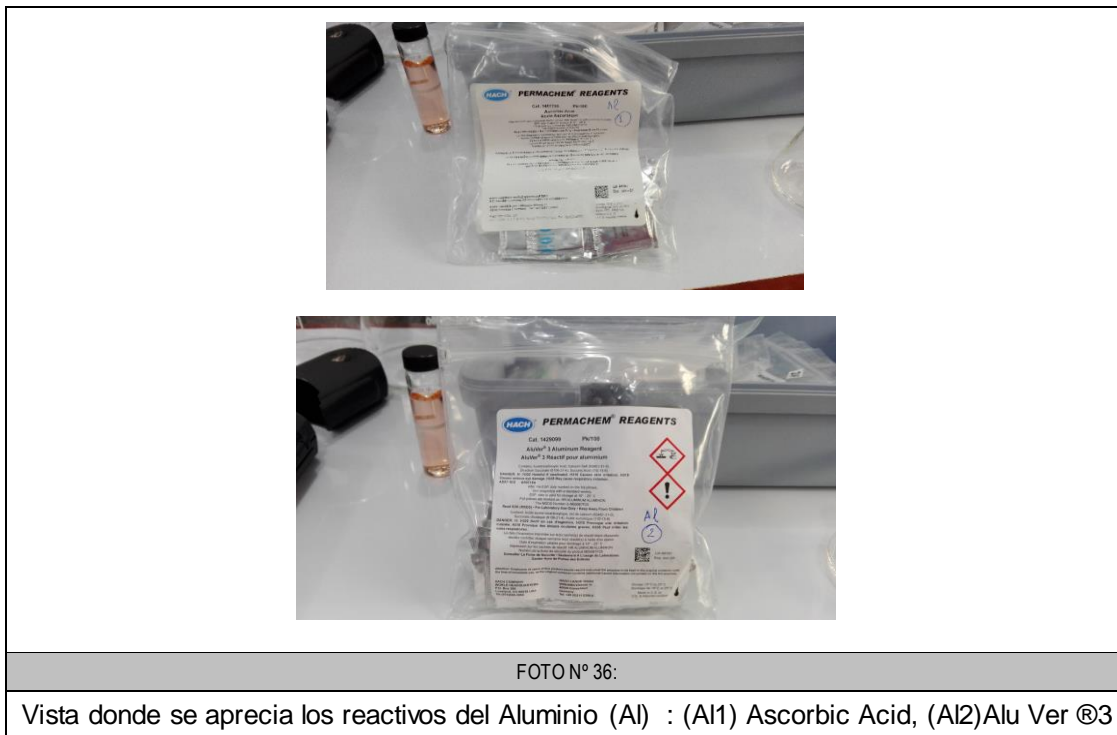
Procedimiento en el laboratorio.

Llenar en un matraz hasta la marca de 50ml con la muestra y verter en la probeta en 25ml de muestra y en cada uno agregar los dos reactivos de aluminio.

Agregue el contenido de una bolsa de polvo de ácido ascórbico, agitar hasta disolver el polvo.

Agregue el contenido de una bolsa de polvo reactivo AluVer® 3 Aluminio Tapón, si se observa una coloración rojo anaranjado si el aluminio está presente.

Se programa en el equipo Colorímetro DR/820 en un periodo de 3' (minutos) para la reacción de dichos reactivos.



Fierro (Fe): Procedimiento que realiza la EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO –JAEN (EPS) (Ver Anexos)

Procedimiento en el laboratorio.

Llenar en un matraz hasta la marca de 20ml con la muestra y verter en la probeta hasta 10 ml de muestra en cada una y en uno agregar el reactivo de Hierro.

Llene una probeta de 10ml de muestra pura

Y en la probeta que contiene el siguiente 10 ml de muestra agregue el contenido de una bolsa de polvo reactivo Ferro Ver hierro y agitar para disolver el polvo.

Se programa en el equipo Colorímetro DR/820 en un periodo de 3' – 5' (minutos) para la reacción del reactivo, y si se observa un color naranja el hierro está presente.



FOTO N° 38:

Vista donde se aprecia reactivo de hierro: Ferro Ver



FOTO N° 39:

Vista donde se aprecia el Análisis Químico : Hierro (Fe)

Manganeso (Mn): Procedimiento que realiza la EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO –JAEN (EPS). (Ver en Anexos)

Procedimiento en el laboratorio.

Llenar en un matraz hasta la marca de 20ml con la muestra y verter en la probeta hasta 10 ml de muestra en cada una y agregar los reactivos de Manganeso.

Llene una probeta de 10ml de muestra pura y se calibra con el equipo y se le agrega una bolsa de polvo, tipo de citrato a la probeta.

Y en la probeta que contiene el siguiente 10 ml de muestra agregue el contenido de una bolsa de polvo reactivo de periodato de sodio y agitar para disolver el polvo.

Se programa en el equipo Colorímetro DR/820 en un periodo de 2' (minutos) para la reacción del reactivo, y si se observa un color violeta es porque el manganeso está presente.



FOTONº 40:

Vista donde se aprecia los reactivos : Citrato (Mn 1) y Periodato de Sodio (Mn 2)



FOTONº 41:

Vista donde se aprecia el Análisis Químico : Manganeso (Mn)

Nitrato (NO₃): Procedimiento que realiza la EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO –JAEN (EPS). (Ver Anexos).

Procedimiento en el laboratorio.

Llenar en un matraz hasta la marca de 20ml con la muestra y verter en la probeta hasta 10 ml de muestra en una agregar los reactivo de Nitrato.

Llene una probeta de 10ml de muestra pura y se calibra con el equipo.

Y en la probeta que contiene el siguiente 10 ml de muestra agregue el contenido de una bolsa de polvo reactivo Nitra Ver 5 y agitar para disolver el polvo durante un 1' (minuto).

Se programa en el equipo Colorímetro DR/820 en un periodo de 5' (minutos) para la reacción del reactivo, y si se observa un color ámbar es porque el nitrato está presente.



FOTO N° 42:

Vista donde se aprecia el Análisis Químico : Nitrato (NO_3) a la derecha y a su izquierda se aprecia el reactivo de NitraVer5



FOTO N° 43:

Vista donde se aprecia el Análisis Químico : Nitrato (NO_3)

Sulfato (SO_4): Procedimiento que realiza la EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO –JAEN (EPS) (Ver Anexos)

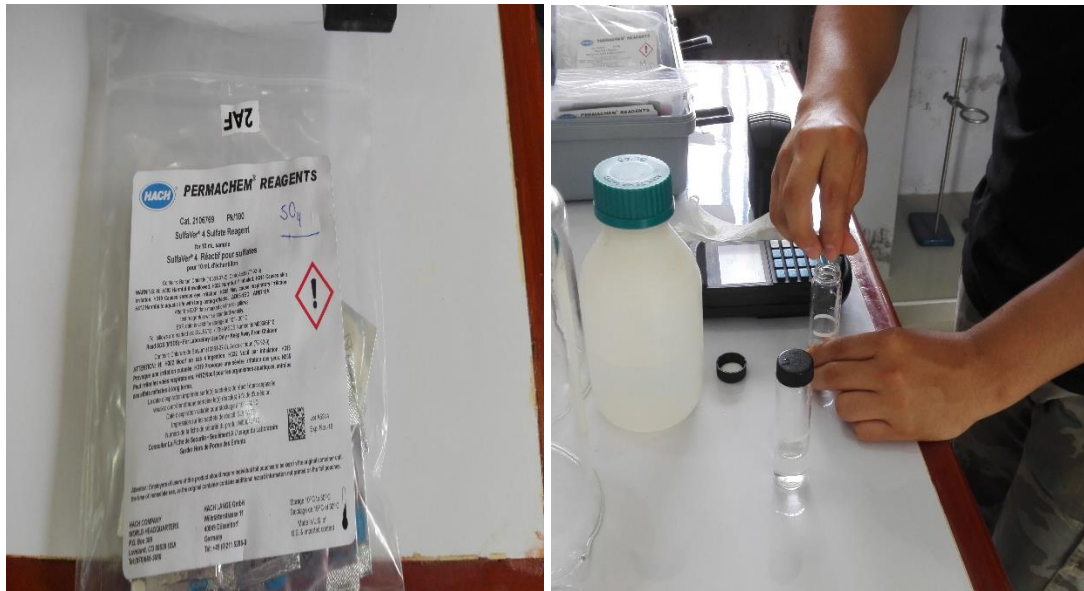
Procedimiento en el laboratorio.

Llenar en un matraz hasta la marca de 20ml con la muestra y verter en la probeta hasta 10 ml de muestra en una agregar los reactivo de Nitrato.

Llene una probeta de 10ml de muestra pura.

Y en la probeta que contiene el siguiente 10 ml de muestra agregue el contenido de una bolsa de polvo reactivo SulfaVer 4 y invertir para disolver el polvo varias veces.

Se programa en el equipo Colorímetro DR/820 en un periodo de 5' (minutos) para la reacción del reactivo, y si se observa una turbidez blanca es porque el sulfato está presente.



FOTONº 44:

Vista donde se aprecia el Análisis Químico Sulfato (SO_4) : En la derecha se lleva a cabo el procedimiento y en la izquierda se encuentra el reactivo SulfaVer 4.



FOTONº 45:

Vista donde se aprecia el Análisis Químico : Sulfato(SO_4)



FOTON° 46:

Vista donde se aprecia el Análisis Químico: Dureza.



FOTON° 47:

Vista donde se aprecia el Análisis Químico: Dureza.



FOTO N° 48:

Vista donde se aprecia el Análisis Biológico: Coliformes Totales que se realiza en la muestra de Entrada de Desarenador, Entrada en la PTAP N° 02, Salida de Decantador, salida de Filtros y salida de PTAP N° 02; se lleva al horno a una T° 35 °C por dos (02) días..

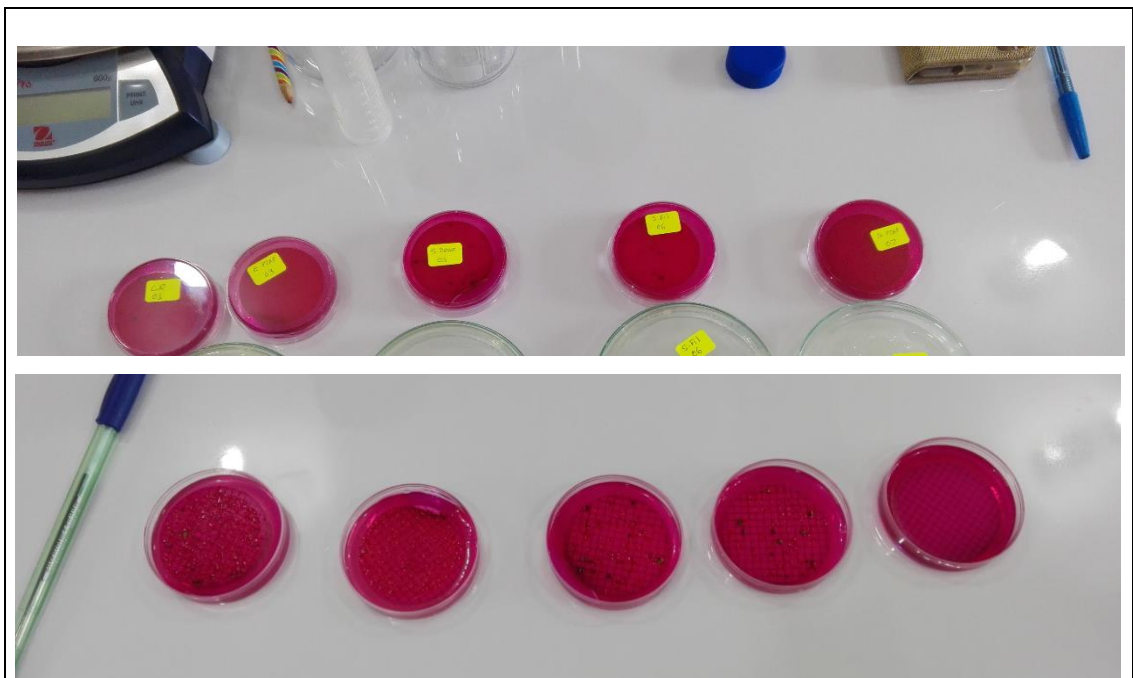


FOTO N° 49:

Vista donde se aprecia el Análisis Biológico: Coliformes Totales que se realiza en la muestra de Entrada de Desarenador, Entrada en la PTAP N° 02, Salida de Decantador , salida de Filtros y salida de PTAP N° 02 ; se lleva al horno a una T° 35 °C por dos (02) días..



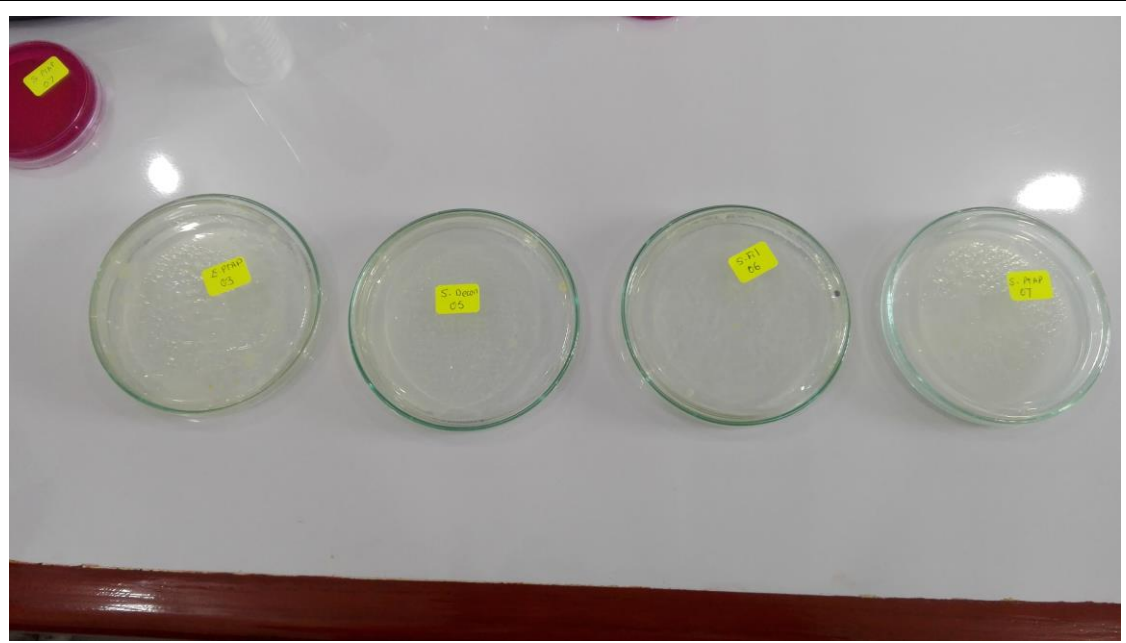
FOTON° 50:

Vista donde se aprecia el Análisis Biológico: Coliformes Termo tolerantes que se realiza en la muestra de Entrada de Desarenador, Entrada en la PTAP N° 02, Salida de Decantador , salida de Filtros y salida de PTAP N° 02 se lleva al horno a una T° 44.5 °C por dos (02) días.



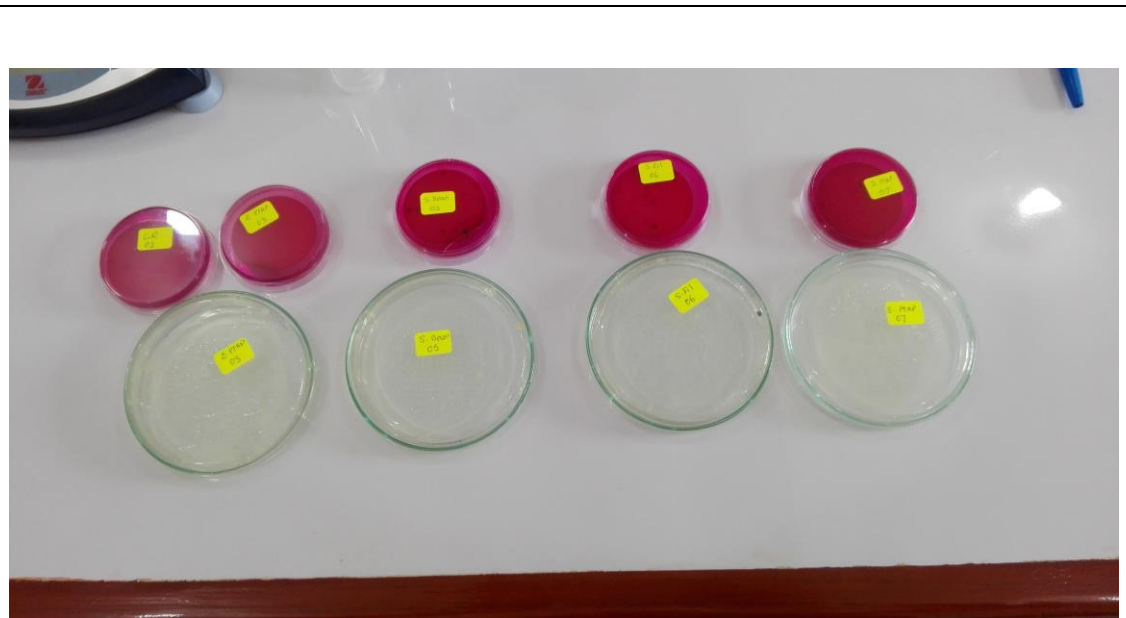
FOTON° 51:

Vista donde se aprecia el Análisis Biológico: Coliformes Termo tolerantes que se realiza en la muestra de Entrada de Desarenador, Entrada en la PTAP N° 02, Salida de Decantador , salida de Filtros y salida de PTAP N° 02 se lleva al horno a una T° 44.5 °C por dos (02) días.



FOTON° 52:

Vista donde se aprecia el Análisis Biológico: Recuento Heterotrófico que se realiza en la muestra de Entrada en la PTAP N° 02, Salida de Decantador , salida de Filtros y salida de PTAP N° 02 se lleva al horno a una T° Ambiente por dos (02) días.



FOTON° 53:

Vista donde se aprecia el Análisis Biológico: Recuento Heterotrófico que se realiza en la muestra de Entrada en la PTAP N° 02, Salida de Decantador , salida de Filtros y salida de PTAP N° 02 se lleva al horno a una T° Ambiente por dos (02) días.

h) DESINFECCION DE AGUA

Descripción de Estructura:

Caseta de Cloración:

La caseta de cloración considerada tiene la capacidad de clorar la totalidad del caudal de producción de la PTAP (486L/s).

Existe una caseta de cloración compuesta por cuatro ambientes: sala de almacén, cloradores, sala de bombas y almacén de cilindros de cloro. En el diseño se ha asumido una dosis máxima de 3 mg/l y se han seleccionado dos equipos de 1890 g/h de capacidad, una balanza para dos cilindros y dos bombas de alimentación a los cloradores. Se necesitan 5 cilindros de 1000 Kg. en total para un periodo de 60 días.

Por lo general, la cloración es el proceso final utilizado para asegurar que las metas de calidad microbiológica del agua se alcancen, bajo el supuesto de que todos los procesos anteriores estén cumpliendo con sus objetivos; es decir que no podemos esperar que, si los procesos de coagulación, decantación y filtración no están siendo eficientes, la cloración por sí sola remedie el problema produciendo buenos resultados.

La cloración solo debe servir para asegurar que la calidad del agua producida por la planta no desmejore al ser transportada a las viviendas de los usuarios. La remoción de la contaminación presente en la fuente debe ser mayormente efectuada por la decantación y completada en los filtros de tasa declinante y lavado mutuo.

Las características del sistema que más influyen en la eficiencia de la cloración son:

- a. El tiempo real de contacto.
- b. La dosis de cloro aplicada.
- c. Las características del sistema de aplicación.
- d. Las características del compuesto de cloro utilizado.
- e. Las características de la caseta de cloración.

A continuación, se indican algunos de los ensayos que se deben llevar a cabo para evaluar las características de estas instalaciones.

Cámara de Contacto:

A continuación del canal de interconexión de los filtros, se ha considerado la cámara de contacto de cloro que tiene un tiempo de retención de 10 minutos y está compuesta por 4 canales de 1.5 m de ancho y 20.00 m de largo, altura de agua de 2m y altura total de acuerdo a la topografía del terreno de 5.6m.

El difusor se ha colocado a 1.2m después del ingreso de agua a la cámara de contacto de cloro a 0.30m del fondo de la unidad, punto en el que se inicia la desinfección del agua, para la aplicación de solución clorada es por medio de una tubería de PVC de 1" con orificios de 4mm espaciados cada 10 cm instalado a todo el ancho del canal (1.5m)

El propósito es determinar el tiempo real que el cloro permanece en contacto con la masa de agua, antes de que este empiece a distribuirse.

Se realiza una muestra de agua clorada a la salida de la estructura y determinar el cloro residual presente.

Incrementar súbitamente la dosis de cloro en 30%, y a partir de este momento, establecido como punto de partida para el ensayo, seguir tomando muestras cada minuto hasta que el incremento en la dosis se perciba en el cloro residual de las muestras extraídas.

Se tomar el tiempo correspondiente a la muestra en que se presentó el incremento de cloro residual.

El intervalo de tiempo transcurrido entre el incremento de la dosis que estaba aplicando el clorador y la presentación del incremento de cloro residual a la salida de la estructura estará indicando el tiempo de retención real (Tr) entre el punto de aplicación del cloro y el lugar en el que se tomaron las muestras.

Muestreo: Para los análisis físicos, químico y biológico se recogió agua de las siguientes partes:



FOTON° 54:

Vista donde se aprecia Muestra N° 07: Salida de Planta de Tratamiento de Agua Potable N°02.



FOTON° 55

Vista donde se aprecia Muestra N° 07: Salida de Planta de Tratamiento de Agua Potable N°02.

Para determinar la dosis que produce el residual de cloro estipulado por las normas se tomara en el punto más alejado de la red de distribución, de tal manera de asegurar un agua de buena calidad para los usuarios.

La determinación del cloro libre residual (CLR) en agua potable se puede llevar a cabo ya sea en un laboratorio de análisis o en campo. Par determinación del cloro libre residual en campo se puede utilizar un comparador visual, al cual se le agrega una solución amortiguadora, el reactivo DPD (N, N-dietil-para-fenilendiamina) y la muestra de agua a analizar; en donde si hay existencia de cloro, este oxida al DPD y la muestra se tornara de un color rosado a rojizo dependiendo de la concentración de cloro libre residual, tal cloración se podrá medir en la celda del comparador visual, cuanto mayor sea la intensidad del color va aumentando la concentración de cloro libre residual.



FOTO N° 56

Vista donde se aprecia colocando el reactivo para determinar la cantidad de cloro que hay en Salida de Planta de Tratamiento de Agua Potable N°02.



FOTO N° 57

Vista donde se aprecia colocando el reactivo para determinar la cantidad de cloro que hay en Salida de Planta de Tratamiento de Agua Potable N°02.

Estructura de Cámara de Contacto

Se realizó mediante el ensayo de esclerometría teniendo en cuenta su procedimiento según: ENSAYO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO (A.S.T.M. C 805).



FOTO N° 58

Vista donde se aprecia ensayo comparativo de la resistencia a la compresión del concreto (A.S.T.M. C 805) en la cámara de contacto.

CAPITULO IV: ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS

Caudal y Canal Parshall:

El caudal diseñado (20 años) en la nueva PTAP N°02 es de 200lt/s .

AÑO	CAUDAL (L/s)
2032	200 L/s
2017	170 L/s

(Dato encontrado en campo - Macromedidor)

El dato proporcionado se visualizó en el macromedidor es de 170 l/seg para toda la PTAP N°02, y se verifico teóricamente con la formula N° 01

$$Q = 1.84 \times 1 \times 0.21^{\frac{3}{2}}$$

$$Q = 1.84 \times 1 \times 0.21^{\frac{3}{2}}$$

$$Q = 0.177 \frac{m^3}{s}$$

$$Q = 177 \frac{L}{s}$$

Como se observó en la metodología, nos podemos dar cuenta que la estructura del canal parshall se encuentra en una mala ubicación, con sus dimensiones no adecuadas, en tal sentido la información que brinda referida estructura con respecto al caudal se ve afectado, tanto en el resalto hidráulico como en el remanso, dando a entender que los valores determinados no son representativos. Por lo tanto, se estima que la estructura del canal parshall es deficiente.

Para complementar el tipo de estructura se realizó pruebas de concreto a través del esclerómetro, obteniendo el siguiente resultado:

CUADRO N°23: Método de ensayo con esclerómetro en hormigón endurecido – Canal Parshall.

(ENSAYO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO) A.S.T.M. C. 805												
SECTOR	ESTRUCTURA	ELEMENTO	NUMERO DE DISPARO (VALOR DE REBOTE R)					PROMEDIO	RESISTENCIA A COMPRESION			
			1	2	3	4	5		6	(Diseño) Kg/cm ²	esclerometro) Kg/ci	Porcentaje F'c
PLANTA DE TRATAMIENTO EPS-MARAÑON	CANAL PARSHALL	1.00	56.00	45.00	44.00	50.00	30.00	45.00	45	210.00	430.00	205
OBSERVACIONES: ANGULO DE IMPACTO 0° MARCA DEL EQUIPO ESCLEROMETRO P y S (S/N 114) NUMERO DE CALIBRACION 0112 - 2015 FECHA DE CALIBRACION 11 DE AGOSTO 2017												
NOTA: EL ENSAYO ES ACEPTADO POR QUE SUPERA EL VALOR MINIMO DEL 100 % - (F'c)												

Después de desarrollar el ensayo de esclerometría obtuvimos que la resistencia del concreto es 205 kg/cm², lo cual se aproxima al valor teórico de diseño 210 Kg/cm², estimando por ello que el canal parshall tiene un alcance estructural eficiente.

Dosificación

De acuerdo a la prueba de jarras la dosis que se adecuada para un litro es 30mg/l. En función a la turbiedad de ingreso es de 263 NTU , se le coloca de forma empírica y no está en función a la tablas de dosificación para Policloruro de Aluminio 180L/s (ANEXOS) ya que está más cerca al valor de nuestro caudal.

AGUA DE INGRESO		DOSIFIC./TURBIDEZ	TANQUE DE SOLUCION DE PAC -100		Cap. Teorica Dosif. 1300 l/h	Cap. Real Dosific. 1650 l/h
TURBIDEZ (NTU)	CAUDAL (l/s)		(40mg/l) (%)	Dosificacion (ml/s)	Aventura Dosific. (%)	Aventura Dosific. (%)
240	180	22	4	99	27.4	21.6
263	180	22.32	4	100.44	27.82	21.92
312	180	23	4	103.5	28.7	22.6

Analizando las pruebas de campo y las tablas como teórico, el proceso es eficiente pero antieconómico deficiente.

La estructura evaluada es 50% de la PTAP N°02 ya que la distribución de sus componentes son similares

Floculador:

Se ha determinado su eficiencia en base al tiempo de retención del mismo y su velocidad.

El floculador de la PTAP N°02 que tiene la EPS- MARAÑON es hidráulico del flujo vertical, y está compuesto de 3 tramos en todo su longitud.

Para calcular la Velocidad en cada tramo se tuvo en cuenta el área transversal al flujo en base al caudal de diseño, el mismo que fue determinado equivalente al 50% del caudal de diseño.

$$Q = V \times A \quad Q = 85 \frac{L}{s} = 0.085 m^3 / s$$

$A_n = \text{Longitud de pared a pared} \times \text{longitud de placa a placa}$

En el tramo 1 = 1.5 m	En el tramo 2= 2.05 m	En el tramo 3 = 3.55 m
$A_1 = 1.5 \text{ m} \times 0.23 \text{ m}$ $A_1 = 0.35 m^2$	$A_2 = 2.05 \text{ m} \times 0.23 \text{ m}$ $A_2 = 0.47 m^2$	$A_3 = 3.55 \text{ m} \times 0.23 \text{ m}$ $A_3 = 0.82 m^2$
$V_1 = \frac{0.085}{0.35} \quad V_1 = 0.24 \frac{m}{s}$	$V_2 = \frac{0.085}{0.47} \quad V_2 = 0.18 \frac{m}{s}$	$V_3 = \frac{0.085}{0.82} \quad V_3 = 0.10 \frac{m}{s}$
<p>Se calculó el Tiempo de Retención Teórica</p> $T_{ret} = L_{Tramo} / V_{Tramo}$ <p>Dónde: L= Sumatoria de recorrido del flujo vertical en cada tramo</p>		
$T_{ret 1} = L_1 / V_1$ $L_1 = 54.75 \text{ m}$ $T_{ret 1} = \frac{54.75 \text{ m}}{0.24 \text{ m/s}}$ $T_{ret 1} = \frac{54.75 \text{ m} \times 1 \text{ min}}{0.24 \frac{m}{s} \times 60 s}$ $T_{ret 1} = 4'$	$T_{ret 2} = L_2 / V_2$ $L_2 = 62.05 \text{ m}$ $T_{ret 2} = \frac{62.05 \text{ m}}{0.18 \text{ m/s}}$ $T_{ret 2} = \frac{62.05 \text{ m}}{0.18 \frac{m}{s} \times 60 s}$ $T_{ret 2} = 6'$	$T_{ret 3} = L_3 / V_3$ $L_3 = 62.05 \text{ m}$ $T_{ret 3} = \frac{62.05 \text{ m}}{0.10 \text{ m/s}}$ $T_{ret 2} = \frac{62.05 \text{ m}}{0.10 \frac{m}{s} \times 60 s}$ $T_{ret 3} = 10'$
<p>$T_{retención \text{ de campo}} = T_{retención \text{ Teórica}}$ $22' = 20'$</p>		

Para el cálculo del tiempo de retención nos apoyamos con el conductivímetro y sal común, obteniéndose 22 minutos de retención; sabiendo que el valor teórico

es de 20 minutos, valores relativamente cercanos.

Con respecto a su velocidad, nos podemos dar cuenta en cada tramo nos da valores que se encuentra en la información teórica, el cual determina un rango de 0.10 m/s a 0.40m/s.

Con respecto al proceso de floculación, se observó que en el fondo de esta estructura se acumula mucho lodo, por lo que funciona como un sedimentador. Lo que se podría demostrar que el proceso de pre-tratamiento (desarenador) se encuentra funcionando mal.

En los días que se recolecto las muestras en la entrada de PTAP N°02 , se obtuvo una turbiedad :

Cuadro N°24: Muestras de campo-Turbiedad de Entrada PTAP N°02 – Salida del Floculador

	14/10/2016		25/10/2016		03/11/2016	
	Entrada PTAP N°02	Salida del Floculador	Entrada PTAP N°02	Salida del Floculador	Entrada PTAP N°02	Salida del Floculador
Turbiedad (NTU)	18.4	19.6	4.04	4.61	243	281

Elaboración propia de acuerdo a los Anexos de Análisis Físico, Químico y Bacteriológico

Para complementar el tipo de estructura se realizó pruebas de concreto atreves del esclerómetro, obteniendo el siguiente resultado:

CUADRO N°25: Método de ensayo con esclerómetro en hormigón endurecido – Floculador.

(ENSAYO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO) A.S.T.M. C 805												
SECTOR	ESTRUCTURA	ELEMENTO	NUMERO DE DISPARO (VALOR DE REBOTE R)						PROMEDIO	RESISTENCIA A COMPRESION		
			1	2	3	4	5	5		(Didefo)Kg/cm ²	esclerometroKg/c	Porcentaje Fc
PLANTA DE TRATAMIENTO EPS-MARAÑON	FLOCULADOR	1.00	52.00	54.00	60.00	44.00	52.00	52.00	52	210.00	550.00	262
OBSERVACIONES: ANGULO DE IMPACTO 0° MARCA DEL EQUIPO ESCLEROMETRO P y S (S/N 114) NUMERO DE CALIBRACION 0112 - 2015 FECHA DE CALIBRACION 11 DE AGOSTO 2017												
NOTA : EL ENSAYO ES ACEPTADO POR QUE SUPERA EL VALOR MINIMO DEL 100 %- (Fc)												

Después de desarrollar el ensayo de esclerometría obtuvimos que la resistencia del concreto es 262 kg/cm², lo cual se aproxima al valor teórico de diseño 210

Kg/cm², estimando por ello que el floculador vertical tiene un alcance estructural eficiente.

La distribución de las componentes para la siguiente estructura evaluada en 50% del caudal del floculador.

DECANTADOR LAMINARES DE PLACAS PARALELAS:

Se ha determinado su eficiencia en base al tiempo de retención del mismo y su velocidad.

El decantador laminar de la PTAP N°02 que tiene la EPS- MARAÑÓN es hidráulico de placas paralelas, y está compuesto de 2 tramos en todo su longitud.

Para calcular la Velocidad en cada tramo se tuvo en cuenta el área transversal en base al caudal de diseño, el mismo que fue determinado equivalente al 50% del caudal de diseño para cada uno de los tramos.

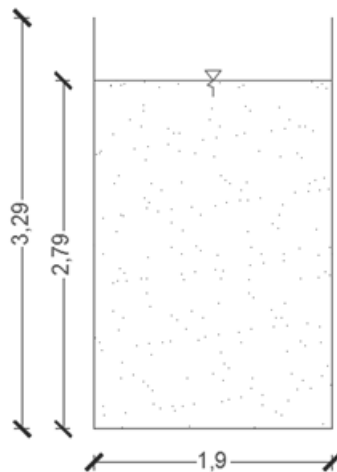


FIGURA N°11: Medidas de Decantador de la PTAP N° 2

Donde:

$$Q = 42.50 \frac{L}{s} = 0.0425 \frac{m^3}{s}$$

$$A = h \times ancho = 2.79 \times 1.90 = 5.30 m^2$$

$$0.0425 \frac{m^3}{s} = V \times 5.30 m^2$$

$$0.008 \frac{m}{s} = V$$

Calculamos el Tiempo de Retención Teórico

$$T_{ret\ teorico} = \frac{L_{Horizontal}}{V}$$

$$T_{ret\ teorico} = \frac{10.10 m \times 1min}{0.008 m/s \times 60s}$$

$$T_{ret\ teorico} = 21'$$

$$T_{ret\ campo} = 30'$$

Con el apoyo del conductímetro y usando sal común, se determinó el tiempo de retención real o de campo, obteniéndose 30 minutos de retención; conocido el tiempo de retención teórico de 21 minutos, se puede determinar que dicha obra bajo este aspecto no se encuentra funcionando bien debido a que la partícula tiene un retraso de 9 minutos.

En los días que se recolecto las muestras en la entrada de PTAP N°02 , se obtuvo una turbiedad :

Cuadro N°26: Muestras de campo Salida de Floculador y Salida de Decantador -Turbiedad

	14/10/2016		25/10/2016		03/11/2016		DS 031-2010"Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano"
	Salida del Floculador	Salida de Decantador	Salida del Floculador	Salida de Decantador	Salida del Floculador	Salida de Decantador	
Turbiedad (NTU)	19.6	9.07	4.61	3.73	281	4.1	5 NTU

En este cuadro N°26 se compara la turbiedad encontrada en las muestras a la salida del Floculador y salida de Decantador con respecto al DS 031- 2010 "Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano" en donde se verifica que el proceso del floculador y a la salida del decantador tiene un resultado óptimo para el tratamiento en los filtros.

En el decantador del punto de vista estructural y como se aprecia en los planos (anexos) las tolvas son pequeñas y el caudal de canaletas que ha sido diseñada es 100 lt/seg pero en campo tiene para una capacidad 60 lt/seg, ya que en una partícula demora en llegar de extremo a extremo con un tiempo que demora 9'.

CUADRO N°27: Método de ensayo con esclerómetro en hormigón endurecido- Decantador

(ENSAYO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO) A.S.T.M. C 805												
SECTOR	ESTRUCTURA	ELEMENTO	NUMERO DE DISPARO (VALOR DE REBOTE R)					PROMEDIO	RESISTENCIA A COMPRESION			
			1	2	3	4	5		6	(Diseño) Kg/cm ²	(esclerometro) Kg/ci	Porcentaje Fc
PLANTA DE TRATAMIENTO EPS-MARAÑON	DECANTADOR	1.00	37.00	35.00	38.00	38.00	38.00	38.00	37	210.00	245.00	117
OBSERVACIONES: ANGULO DE IMPACTO 90° MARCA DEL EQUIPO ESCLEROMETRO P y S (S/N 114) NUMERO DE CALIBRACION 0112 - 2015 FECHA DE CALIBRACION 11 DE AGOSTO 2017												
NOTA: EL ENSAYO ES ACEPTADO POR QUE SUPERA EL VALOR MINIMO DEL 100 % - (Fc)												

Después de desarrollar el ensayo de esclerometría obtuvimos que la resistencia del concreto es 117 kg/cm², lo cual no se aproxima al valor teórico de diseño 210 Kg/cm², estimando por ello que el decantador al nivel estructural deficiente.

FILTROS RAPIDOS

Se ha determinado su eficiencia en base al tiempo de retención del mismo y su velocidad.

Los filtros rápidos de la PTAP N°02 que tiene la EPS- MARAÑON es hidráulico, y está compuesto de 4 filtros en toda su longitud.

Para calcular la Velocidad en cada uno se tuvo en cuenta el área transversal en base al caudal de salida del decantador, el mismo que fue determinado equivalente al 25% para cada uno de los cuatro filtros.

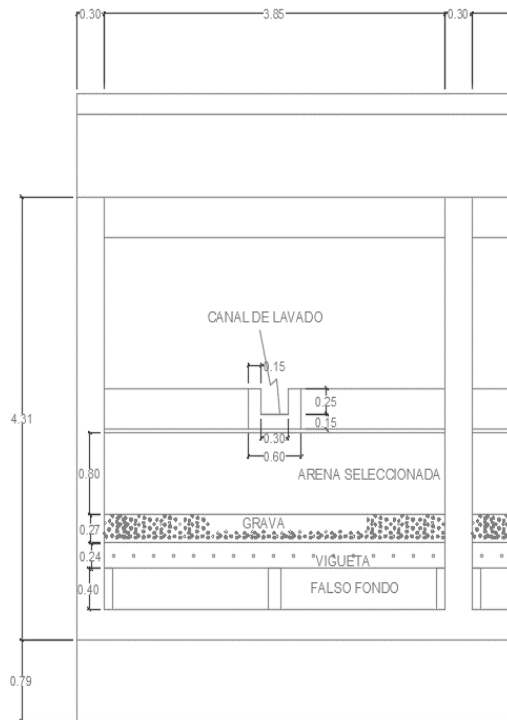


Gráfico N° 05: Medidas de Filtros Rápidos

Donde:

$$Q = \frac{85L}{4s} = 21.25 \frac{L}{s} = 0.02125 \frac{m^3}{s}$$

$$A = \text{Largo} \times \text{Ancho}$$

$$A = 4.50m \times 3.85m$$

$$A = 17.33 m^2$$

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V = \frac{0.02125}{17.33}$$

$$V = 0.0012 \frac{m}{s}$$

Se calculó el Tiempo de Retención Teórico a partir de la Velocidad Teórica.

$$T_{ret\ teorica} = \frac{Altura\ de\ capas}{V_{Teorica}}$$

$$T_{ret\ teorica} = \frac{1.71\ m \times 1min}{0.0012m/s \times 60s}$$

$$T_{ret\ teorica} = 24'$$

Según el cuadro N°11 se compara el tipo de filtros con respecto a la velocidad que se calculo

$$V = 0.0012 \frac{m}{s} \times 100 \frac{cm}{m}$$

$$V = 0.12 \frac{cm}{s}$$

$$Velocidad\ de\ Filtración = 0.12 \frac{cm}{s}$$

$$Rata\ o\ Carga\ Superficial\ de\ Filtración = 1.20\ lt/seg/cm^2 - 103.68\ m^3/m^2/día.$$

Grava: 27 cm / Arena = 80 cm

Según **Cuadro N° 10** Comparación entre diferentes tipos de filtros, se comparó con la velocidad de filtración y se ubicó en el **FILTRO CON LECHO DE ARENA.**

CUADRO N°28: FILTRO CON LECHO DE ARENA

CARACTERISTICAS	FILTRO RAPIDO CON LECHO DE ARENA			
	Rata o carga superficial de Filtración	m ³ /m ² /día	87.5	117.5	157.0
	lt/seg/m ²	1.01	1.36	2.03
Velocidad de filtración	cm/seg	0.101	0.136	0.203
Profundidad del lecho filtrante	30-45 cm de grava			
	60-75 cm de arena			
Drenaje	Tuberías metálicas perforadas o placas porosas, falsos fondos, etc.			
Lavado	Invirtiendo el flujo a presión con agua proveniente de un tanque de lavado o una bomba. Velocidad de lavado: 0.80 - 1.20 m/min ó 0.80 - 1.20 m ³ /m ² /min			

Perdida de carga	De 30 cm hasta 2.70 m máximo
Tiempo entre limpieza	24-48-72 horas
Penetración del Floc	5 cm superiores (mayor cantidad)
Cantidad de agua usada en el lavado	1 - 6 % del agua filtrada
Tratamiento previo del agua	Coagulación, floculación y sedimentación
Costo de Construcción	Más bajo que el de los filtros lentos
Costo de Operación	Más bajo que el de los filtros lentos
Área ocupada por los filtros	

En los días que se recolecto las muestras en la entrada de PTAP N°02 , se obtuvo una turbiedad :

Cuadro N°29: Muestras de campo Salida de Decantador y Salida de Filtros -
Turbiedad

	14/10/2016		25/10/2016		03/11/2016		DS 031- 2010"Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano"
	Salida de Decantador	Salida de Filtros	Salida de Decantador	Salida de Filtros	Salida de Decantador	Salida de Filtros	
Turbiedad (NTU)	9.07	0.58	3.73	0.47	4.1	1.06	5 NTU

En este cuadro N°28 se compara la turbiedad encontrada en las muestras a la salida de Decantador y salida de filtros con respecto al DS 031- 2010 "Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano" en donde se verifica que el proceso filtración cumple con dicho reglamento con respecto a la turbiedad pero necesariamente tiene que pasar por un proceso de desinfección para ser consumida por la población.

Se analizó la salida de Filtros no cumpliendo con dicho reglamento, también se analizó la salida de PTAP N°2 en el cual se verificó con el reglamento y es aceptable para el consumo humano.

Según Cuadro N°31 del Análisis Físico- Químico y bacteriológico -Salida de PTAP N°02- FECHA 14/10/2016

EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS MARAÑON-2016

INFORMACION DE MUESTRA				
Tipo de Muestra	Agua Cruda		Ubicación	Salida de PTAP N° 02
	Agua Semi Tratada			
	Agua Tratada	X	Numero de Muestra	M-07
Fecha	14/10/2016	Clase de Muestra	Simple	X
Hora	12:50 p.m.		Compuesta	

Parámetro	Expresada como	Valor	Unidad	Método	AÑO 2015	DS 031-2010 "Reglamento de calidad de agua para Consumo Humano".
FÍSICO					Valores	LIMITE PERMISIBLE
Temperatura	Grados Centígrados (°C)	23.7	°C	Termometro		
Turbiedad	Unidades Nefelométricas de Turbiedad (UNT)	0.57	NTU	Turbidimetro	0.29	5UNT
Conductividad	Microsiems	126	US/CM	Conductimetro	133	1500 US/CM
Olor y Sabor	Aceptable o no Aceptable	Acep.			Aceptable	Aceptable
QUÍMICO						
pH	Unidades de pH	7.58		ph Metro - Termometro	7.37	6.5 - 8.5
Aluminio	Al	0.050	mg/ L	Colorimetro	0.092	0.2
Hierro	Fe	0.01	mg/ L	Colorimetro	0.05	0.3
Manganeso	Mn	0.0	mg/ L	Colorimetro	0.1	0.4
Nitrato (NO3)	NO3	1.00	mg/ L	Colorimetro	NO existe	
Dureza Total	CaCO3	68	mg/ L	Colorimetro	NO existe	500
Sulfato	SO4	4	mg/ L	Colorimetro	NO existe	250
BIOLOGICO						
Coliformes Totales	Unidad Formadora de Colonia (UFC)	0	UFC/100mL	Filtracion por Membrana	0	0
Coliformes Termotolerantes	Unidad Formadora de Colonia (UFC)	0	UFC/100mL		0	0
Bacterias Heterotrofo	Unidad Formadora de Colonia (UFC)	1	UFC/mL	Metodo de Placa Fluida	0	500

CONCLUSION: El agua analizada es apta para el consumo humano según DS 031-2010 "Reglamento de calidad de agua para Consumo Humano".

Según Cuadro N°32 del Análisis Físico- Químico y bacteriológico -Salida de PTAP N°02- FECHA 25/10/2016

EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS MARAÑON-2016

INFORMACION DE MUESTRA				
Tipo de Muestra	Agua Cruda		Ubicación	Salida de PTAP N° 02
	Agua Semi Tratada			
	Agua Tratada	X	Numero de Muestra	M-07
Fecha	25/10/2016	Clase de Muestra	Simple	X
Hora	11:40 a.m.		Compuesta	

Parámetro	Expresada como	Valor	Unidad	Método	AÑO 2015	DS 031-2010 "Reglamento de calidad de agua para Consumo Humano".
FÍSICO					Valores	LIMITE PERMISIBLE
Temperatura	Grados Centígrados (°C)	25.2	°C	Termometro		
Turbiedad	Unidades Nefelométricas de Turbiedad (UNT)	0.35	NTU	Turbidimetro	0.29	5UNT
Conductividad	Microsiems	129.4	US/CM	Conductimetro	133	1500 US/CM
Olor y Sabor	Aceptable o no Aceptable	Acep.			Aceptable	Aceptable
QUÍMICO						
pH	Unidades de pH	7.42		ph Metro - Termometro	7.37	6.5 - 8.5
Aluminio	Al	0.077	mg/ L	Colorimetro	0.092	0.2
Hierro	Fe	0.01	mg/ L	Colorimetro	0.05	0.3
Manganeso	Mn	0.0	mg/ L	Colorimetro	0.1	0.4
Nitrato (NO3)	NO3	1.10	mg/ L	Colorimetro	NO existe	
Dureza Total	CaCO3	68.4	mg/ L	Colorimetro	NO existe	500
Sulfato	SO4	2	mg/ L	Colorimetro	NO existe	250
BIOLOGICO						
Coliformes Totales	Unidad Formadora de Colonia (UFC)	0	UFC/100mL	Filtracion por Membrana	0	0
Coliformes Termotolerantes	Unidad Formadora de Colonia (UFC)	0	UFC/100mL		0	0
Bacterias Heterotrofo	Unidad Formadora de Colonia (UFC)	6	UFC/mL	Metodo de Placa Fluida	0	500

CONCLUSION: El agua analizada es apta para el consumo humano según DS 031-2010 "Reglamento de calidad de agua para Consumo Humano".

Según Cuadro N°33 del Análisis Físico- Químico y bacteriológico -Salida de PTAP N°02- FECHA 03/11/2016

EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS MARAÑON-2016

INFORMACION DE MUESTRA				
Tipo de Muestra	Agua Cruda		Ubicación	Salida de PTAP N° 02
	Agua Semi Tratada			
	Agua Tratada	X	Numero de Muestra	M-07
Fecha	03/11/2016		Simple	X
Hora	11:40 a.m.	Clase de Muestra	Compuesta	

Parámetro	Expresada como	Valor	Unidad	Método	AÑO 2015	DS 031-2010 "Reglamento de calidad de agua para Consumo Humano".
FÍSICO					Valores	LIMITE PERMISIBLE
Temperatura	Grados Centígrados (°C)	21.9	°C	Termometro		
Turbiedad	Unidades Nefelométricas de Turbiedad (UNT)	1.01	NTU	Turbidimetro	38.1	5UNT
Conductividad	Microsiems	159.64	US/CM	Conductimetro	129.7	1500 US/CM
Olor y Sabor	Aceptable o no Aceptable	Acep.			Aceptable	Aceptable
QUÍMICO						
pH	Unidades de pH	7.46		ph Metro - Termometro	8.2	6.5 - 8.5
Aluminio	Al	0.072	mg/L	Colorimetro	0.353	0.2
Hierro	Fe	0.02	mg/L	Colorimetro	0.41	0.3
Manganeso	Mn	0.0	mg/L	Colorimetro	2.77	0.4
Nitrato (NO3)	NO3	1.00	mg/L	Colorimetro	NO existe	
Dureza Total	CaCO3	68.4	mg/L	Colorimetro	NO existe	500
Sulfato	SO4	6	mg/L	Colorimetro	NO existe	250
BIOLÓGICO						
Coliformes Totales	Unidad Formadora de Colonia (UFC)	0	UFC/100mL	Filtracion por Membrana	49000	0
Coliformes Termotolerantes	Unidad Formadora de Colonia (UFC)	0	UFC/100mL		590	0
Bacterias Heterotrofico	Unidad Formadora de Colonia (UFC)	3	UFC/mL	Metodo de Placa Fluida	490	500

CONCLUSION: El agua analizada es apta para el consumo humano según DS 031-2010 "Reglamento de calidad de agua para Consumo Humano".

El análisis físico, químico y bacteriológico de la entrada de la PTAP N° 02 en los tres días diferentes de recolección de muestras se comparó con los datos históricos del año 2015 y el decreto DS 031-2010 "Reglamento de Calidad de agua para Consumo Humano", en donde se concluye que es apta para el consumo humano

Análisis Microbiológico

Cuadro N°34: Cámara de Cloración de los años 2015-2016

MESES	CLORO (mg/L) - 2015			CLORO (mg/L)- 2016
	VALOR MAX	VALOR MIN	PROMEDIO	VALOR
14/10/2016	1.22	0.84	1.06	0.85
25/10/2016	1.22	0.84	1.06	1
03/11/2016	1.16	0.8	1.02	1.1

*Los datos históricos del año 2015 son datos de mínimo y máximo del mes y datos promedios de acuerdo a las muestras tomadas en el mes

Los datos recogidos en campo en el 2016 se encuentran en el rango de los valores del año anterior, siendo estos mal manipulados por las personas de operación.

Cuadro N°35: Método de ensayo con esclerómetro en hormigón endurecido el concreto –Cámara de Contacto

(ENSAYO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO) A.S.T.M. C 805

SECTOR	ESTRUCTURA	ELEMENTO	NUMERO DE DISPARO (VALOR DE REBOTE R)						PROMEDIO	RESISTENCIA A COMPRESION		
			1	2	3	4	5	5		(Diseño) Kg/cm ²	sclerometro) Kg/c	Porcentaje Fc
PLANTA DE TRATAMIENTO EPS-MARAÑON	CAMARA DE CONTACTO	1.00	40.00	39.00	45.00	47.00	43.00	43.00	43	210.00	400.00	190

OBSERVACIONES:	ANGULO DE IMPACTO	0°
	MARCA DEL EQUIPO	ESCLEROMETRO P y S (SIN 114)
	NUMERO DE CALIBRACION	0112 - 2015
	FECHA DE CALIBRACION	11 DE AGOSTO 2017

NOTA : EL ENSAYO ES ACEPTADO POR QUE SUPERA EL VALOR MINIMO DEL 100 % - (Fc)

Después de desarrollar el ensayo de esclerometría obtuvimos que la resistencia del concreto es 190 kg/cm², lo cual se encuentra fuera del valor teórico de diseño 210 Kg/cm², estimando por ello que los filtros es una estructura deficiente

OPERACION:

De acuerdo al Marco Teórico se analizó en lo siguiente:

Insumo – Producto: Los insumos y productos empleados en la PTAP N°02 son utilizados por los operadores de manera empírica el cual se hace un mal uso.

Calidad de Servicio: El servicio que brinda la PTAP N°02 es buena

Condiciones geográficas e hidrográficas de dicha planta es ineficiente de acuerdo a la densidad poblacional hoy en la actualidad con respecto a lo proyectado en el proyecto ya que la población en Jaén ha crecido desmesuradamente.

En la infraestructura: De acuerdo a su edad su ejecución de dicha planta de tratamiento es del año 2013 con un horizonte de proyecto de 20 años y con respecto a su análisis lleva 3 años de vida útil con ciertas observaciones, como es, la falta de indicaciones, pintura para el exterior e interior de la infraestructura.

En su operación, la capacitación para los operadores es uno por año , luego este operador hace una simulación para el resto de operadores de la planta y **Mantenimiento** se realiza en la mañana y tarde por dos operadores cerrando una

compuerta y con una manguera a presión y escobillas limpian la partes de la estructura de PTAP N° 02 .

CAPITULO V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

General

La eficiencia técnica de la PTAP N° 2, desde el punto de vista de su calidad del agua entregada es eficiente, desde el punto de vista hidráulico, tiene una eficiencia aceptable y desde el punto de vista estructural, también es eficiente.

Específicos

1. El caudal determinado en la operación de la planta de tratamiento de agua potable (PTAP) N°2, es 170 L/seg y como la misma está compuesta por dos módulos, se tiene 85 L/seg cada uno. Caudal que satisface el funcionamiento de la planta de tratamiento.
2. La PTAP N° 2, tiene los siguientes procesos:
 - Caudal. Su medición no es posible realizarlo en el medidor parshall, debido a que éste se encuentra mal posicionado a la entrada de la planta, lo que genera serias alteraciones en la toma de datos. Se determinó el caudal a la salida de la planta, en el macromedidor.
 - Dosificación. Se tiene 4 tanques de 1200 litros, dos para el policloruro de aluminio (PAC) y dos para el sulfato de aluminio. Por lo general este proceso se da con el PAC, en condición húmeda y se cuantifica en base de una tabla empírica.
 - Floculación. Este proceso se da con floculadores hidráulicos verticales, los mismos que tiene una longitud de 15 metros, y en el que se distinguen tres tramos. Cuentan con 22 minutos de retención y una floculación del orden del 16 %. Estructuralmente, los floculadores presentan un concreto con un valor aproximado de su resistencia a la compresión, de 262 kg/cm².
 - Decantación. Proceso dado con decantadores laminares de placas paralelas, con una inclinación de 60° con la horizontal. Se tiene un tiempo de retención de 30 minutos y una decantación de orden 98.54%.

Estructuralmente, los decantadores tienen un concreto con un valor aproximado de su resistencia a la compresión, de 117 kg/cm².

- Filtración. Este proceso se da con filtros rápidos, los mismos que son en cantidad de 4 filtros. Cada filtro está conformado por: un falso fondo, una losa prefabricada con aberturas, capa de soporte (grava en diferentes diámetros) y material filtrante (arena seleccionada). Tiene un tiempo de retención de 24 minutos y una filtración de orden 93.60%.

3. En el proceso de calidad del agua tratada, la PTAP N° 02, en el control del cloro residual promedio determinado en la planta, éste tiene un valor menor a 1.5 ppm, valor que se encuentra dentro del rango de la normatividad vigente de la DIGESA, y comprobando el residual en las viviendas usuarias, se tiene un valor mayor de 0.5 ppm. En tal sentido este proceso es eficiente, cumpliendo con el D.S. N°031-2010-SA.

4. La mejora en la PTAP N° 2, como propuesta, contempla lo siguiente:

Rehabilitación del sedimentador, estructura fuera de la PTAP N° 2, lo que determinaría manejar adecuadamente, la cantidad de sedimentos en las estructuras de la planta.

Caudal: Construir un nuevo medidor parshall, ubicado a unos 10 metros del actual floculador. Este nuevo componente debe tener un calibramiento exhaustivo.

Dosificación: Realizar una tabla de dosificación, en base a una gran cantidad de pruebas realizadas en laboratorio, teniendo presente que las pruebas deben ser en base a las jarras de dosificación.

Floculador y Decantador: Estructuras que solamente requieren el mantenimiento del crecimiento de algas en sus paredes, por lo que se debe pintar con sulfato de cobre.

Filtro rápido: Debe instalarle equipos (manómetros) en la entrada y salida de la unidad de filtración, para poder medir la pérdida de carga en la filtración, con ello se tendrá un mejor control para su lavado.

5.2 RECOMENDACIONES:

De la investigación

- Realizar una evaluación en época de máximas avenidas.
- Complementar esta investigación con encuestas, para conocer la percepción de los usuarios del agua potable

Operación y Mantenimiento

1. Tener en cuenta la propuesta de mejora planteado.
2. La operación de limpieza de filtros, debe hacerse en horas de mínimo consumo, por parte de la población usuaria de la ciudad.
3. Para cuando se cumpla el periodo de diseño de la planta, se propone mejorar el lecho filtrante con antracita, con ello se mejora totalmente la frecuencia de limpieza de los filtros.
4. Darle un Mantenimiento periódico, basado en un cronograma planificado y consensuado, a las estructuras y equipos que conforman la PTAP N° 2.
5. Colocar referencias para una buena circulación y pintar con sulfato de cobre, las estructuras interior y exterior de la PTAP N°2.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Vargas Villanueva Alvarado Iván, Flores Ojeda Anuar Anxon y Gleen Ríos Lizeth Mireya, 2010 - Evaluación Técnica del Sistema de Tratamiento de agua Potable de la Vereda Palo Solo del Municipio de Agua Azul.
- Proceso de Coagulación/ Floculación en el Tratamiento del agua- Sulfato de Aluminio- Silicatos y Derivados S.A. de C.V.
Disponible:
[http://www.aniq.org.mx/pqta/pdf/sulfato%20de%20aluminio%20\(lit\).pdf](http://www.aniq.org.mx/pqta/pdf/sulfato%20de%20aluminio%20(lit).pdf)
- Batería de Filtros de tasa declinante y lavado Mutuo,2009 , disponible :
http://www.bvsde.paho.org/bvsatr/fulltext/tratamiento/manualII/ma2_cap5.pdf
- Vargas-2011, Evaluación y Diagnóstico del estado y Funcionamiento de la Planta de Filtración Rápida (PFR) de la ciudad de Huancavelica.
Disponible en: www.bvsde.ops-oms.org/bvsacd/scan2/05069.pdf
- Caminati Briceño Alessandra María, Caqui Febre Rocío Catherine, Chávez de Alláin, Abril 2013, Análisis y Diseño de Sistemas de Tratamiento de Agua para Consumo Humano y su Distribución en la Universidad de Piura.
- Quim. Ada Barrenechea Martel, Aspectos Físicos Químicos de la calidad del Agua)
- Reglamento Nacional de Edificaciones- Norma OS. 020 – Planta de Tratamiento para Consumo Humano.
- Dirección General de Salud Ambiental- Ministerio de Salud- Lima-Peru- 2011
- Rodríguez Ruiz Pedro - 2011 –Abastecimiento de Agua.
- Ing. Destefano Molero Javier Alonso, Agosto 2008, Diseño preliminar de

una planta de tratamiento del agua para el consumo humano en los distritos de Andahuaylas, San Jerónimo y Talavera de la Reyna provincia de Andahuaylas, Región Apurímac, Pontificia Universidad Católica del Perú.

- Pérez López Jhean Eleison, 2010, Caracterización de la calidad del agua en la planta de Tratamiento de Agua Potable y en la red de Distribución de la ciudad de Yopal, Universidad Industrial de Santander.
- OMS, 2003: Iron in drinking-water. Documento de referencia para la elaboración de las Guías de la OMS para la calidad del agua potable. Ginebra (Suiza), Organización Mundial de la Salud (WHO/SDE/WSH/03.04/8).
- IPCS, 2010: Manganese and its compounds. Ginebra (Suiza), Organización Mundial de la Salud, Programa Internacional de Seguridad de las Sustancias Químicas (Documento internacional conciso sobre evaluación de sustancias químicas n.º 12).
- ASTM-C-805-79, "Standard Test Method for Rebound Number of Hardened Concrete".(ASTM C805-02 Método de prueba estándar para rebote Número de concreto endurecido Sociedad Americana para Pruebas y Materiales)
- NOM-008-SCFI-1993, "Sistema General de Unidades de Medida". NMX-Z-013-SCFI-1977, "Guía para la redacción y presentación de las normas mexicanas"
- Canepa de Vargas, L. Proyectos y fotos de archivo. Lima, CEPIS/OPS, 2010.
- Programa HPE/CEPIS/OPS de Mejoramiento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Manual V, Tomo III, Criterios de diseño para filtros. Lima, CEPIS, 2005.
- Di Bernardo, L. "Proyecto y operación de sistemas de filtración con tasa declinante". Memorias del Seminario Internacional sobre Tecnología Simplificada para Potabilización del Agua. Cali, 2000.
- Richter, C. "Filtros rápidos modificados". Manual del Curso sobre Tecnología de Tratamiento de Agua para Países en Desarrollo. Lima, OPS/CEPIS/CIFCA, 2004.

ANEXOS

**DATOS
HISTORICOS EPS-
MARAÑON PTAP
N°02 -2015**

EPS. MARAÑÓN S.R.L

PTAP N° 2

CAUDAL DE DISEÑO	PTAP N° 2												
	L/s	200											
CAUDAL DE OPERACIÓN ACTUAL	L/s	150											
PARAMETRO	calidad del agua cruda												
	año 2015												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM ANUAL
Turbiedad	860	651	1005	1305	1621	313	86.0	67.8	73.7	108	38.1	80.8	517.5
pH	8.21	8.22	8.18	8.23	8.17	8.23	8.24	8.15	8.20	8.22	8.20	8.22	8.21
Conductividad	133.9	126	138.4	173.2	129.0	124.7	128.0	130.3	130.1	129.2	129.7	133.3	
Color												5.48	
Alelialinidad													
Coliformes Totales (NMP)												49000	
Coliformes Termoc. (NMP)												590*	
Escherichia coli (NMP)												490	
Hierro (mg/L)												0.41	
Manganeso (mg/L)												0.034	
Arsenico (mg/L)												< 0.0005	
Piomo (mg/L)												< 0.0002	
Mercurio (mg/L)												< 0.0000	
Magnesio (mg/L)												2.77	
Aluminio (mg/L)												0.353	
Sodio (mg/L)												4.132	
Cromo (mg/L)												< 0.0005	
Estaño (mg/L)												< 0.0002	
	año 2016												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM ANUAL
Turbiedad	444	344	864	522	333	89.5	57	6.18	6.32	33.4	3.90	226.2	244.1
pH	8.13	8.25	8.3	8.13	8.3	8.26	8.3	8.12	8.18	8.20	8.20	8.20	8.21
Conductividad	136	138	134	136	134	133	124	126	133	134	133	134.4	132.9
Color													
Alelialinidad													
Coliformes Totales (NMP)							79						
Coliformes Termoc. (NMP)							350						
Escherichia coli (NMP)													
Hierro (mg/L)													
Manganeso (mg/L)													
Arsenico (mg/L)													
Piomo (mg/L)													
Mercurio (mg/L)													
Magnesio (mg/L)													
Aluminio (mg/L)													
Sodio (mg/L)													
Cromo (mg/L)													
Estaño (mg/L)													


EPS MARAÑÓN S.R.L.
 L.C. José Luis Viquez Vela
 AREA CONTROL DE CALIDAD

CAUDAL DE DISEÑO CAUDAL DE OPERACION ACTUAL	L/s		calidad del agua potable																							
	200	150	año 2015																							
PARAMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM ANUAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM ANUAL
Turbiedad	0.26	0.29	0.36	0.28	1.11	0.22	0.26	0.23	0.21	0.29	0.20	0.24	0.33	0.21	0.36	0.43	0.30	0.32	0.37	0.27	0.32	0.47	0.33	0.59	0.44	0.37
pH	7.60	7.38	7.26	7.36	7.39	7.29	7.29	7.24	7.36	7.37	7.25	7.33	7.34	7.49	7.58	7.42	7.37	7.41	7.5	7.51	7.63	7.64	7.52	7.63	7.62	7.53
Conductividad	134	128	143	177	132.4	126.7	129.1	133.5	135.3	133.0	133	130.3	136.3	133	131.3	131.1	137.5	128.8	123	118.4	130.5	135.3	134.3	136.5	144.6	132.0
Cloro residual (mg/L)	1.08	1.06	1.07	1.06	1.1	1.04	1.02	1.07	1.05	1.06	1.02	1.04	1.05	1.04	0.86	0.95	1.01	1.01	0.97	0.98	0.99	0.99	0.99	0.98	0.91	0.97
Aluminio (mg/L)	0.07	0.069	0.07	0.059	0.061	0.057	0.059	0.055	0.067	0.092	0.07	0.068	0.066	0.066	0.066	0.065	0.066	0.064	0.064	0.065	0.074	0.088	0.079	0.080	0.071	0.071
Coliformes Totales (UFC)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Coliformes Termot. (UFC)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dureza (mg/L)			68.4						68.4			68	68.3		68				68			68.4			68.4	68.2
Hierro (mg/L)			0.03						0.1			-	0.05		0.0				0.01			0.01			0.01	0.01
Manganeso (mg/L)			0.1						0.1			0.0	0.1		0.1				0.1			0.0			0	0.1
Nitratos (mg/L)			1.2						1.8			-	1.5		1.7				1.6			1.1			1.3	1.4
cloruros (mg/L)			5						5			5	5		5				5			5			5	5
Sulfatos (mg/L)			6						9			3	7		9				7			9			11	9

E.P.S. MARAÑON S.R.L.
 Lic. José Luis Viquez Vera
 GERENTE DE CALIDAD
 AREA CONTROL

EPS. MARAÑON S.R.L

PARAMETROS DE CALIDAD PTAP N°2 DEL AÑO 2015

MES	TURBIDEZ (UNT)				pH			
	AGUA CRUDA		AGUA POTABLE		AGUA CRUDA		AGUA POTABLE	
	PROMEDIO	VALOR MAXIMO	PROMEDIO	VALOR MAXIMO	PROMEDIO	VALOR MAXIMO	PROMEDIO	VALOR MAXIMO
ENERO	860	4367	0.26	0.38	8.21	8.34	7.6	7.9
FEBRERO	651	2326	0.29	0.52	8.22	8.39	7.38	8.00
MARZO	1005	7228	0.36	0.9	8.18	8.31	7.26	7.76
ABRIL	1305	5670	0.28	0.45	8.23	8.34	7.36	8.06
MAYO	1621	6030	1.11	1.70	8.17	8.29	7.39	8.01
JUNIO	313	1621	0.22	0.34	8.23	8.31	7.29	8.01
JULIO	86	383	0.26	0.44	8.24	8.45	7.29	8.01
AGOSTO	67.8	433	0.23	0.38	8.15	8.23	7.24	7.84
SEPTIEMBRE	73.7	923	0.21	0.42	8.20	8.42	7.36	8.01
OCTUBRE	108	1200	0.29	1.22	8.22	8.35	7.37	8.26
NOVIEMBRE	38.1	257	0.2	0.42	8.20	8.46	7.25	8.03
DICEMBRE	80.8	1200	0.24	0.47	8.22	8.33	7.33	7.93
PROMEDIO	517.5	2636.5	0.33	0.64	8.21	8.35	7.34	7.99

E.P.S. MARAÑON S.R.L.
 Lic. José Luis Vasquez Veja
 AREA CONTROL DE CALIDAD

RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS DE PTAP N°02 DEL AÑO 2015.

MICROBIOLÓGICO				
MESES	ENTRADA		SALIDA	
	COL. TOTAL	COL. TERMOT	COL. TOTAL	COL. TERMOT
	UFC/100 mL	UFC/100 mL	UFC/100 mL	UFC/100 mL
ENERO	750	210	0	0
FEBRERO	620	170	0	0
MARZO	600	120	0	0
ABRIL	860	200	0	0
MAYO	720	180	0	0
JUNIO	900	260	0	0
JULIO	960	310	0	0
AGOSTO	500	150	0	0
SEPTIEMBRE	460	100	0	0
OCTUBRE	430	70	0	0
NOVIEMBRE	500	120	0	0
DICIEMBRE	790	200	0	0
PROMEDIO	674	174	0	0

E.P.S. MARAÑÓN S.R.L.

 Lic. José Luis Vázquez Vela
 CSP. 11274
 AREA CONTROL DE CALIDAD

**ANALISIS DEL
LABORATORIO FISICO,
QUIMICO Y
BACTERIOLOGICO**



EPS "Marañón" S.R.L.

EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO
JAÉN - PERÚ

EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS MARAÑÓN-2016

INFORMACION DE MUESTRA				
Tipo de Muestra	Agua Cruda	X	Ubicación	Entrada a la PTAP N° 02
	Agua Semi Tratada			
Fecha	14/10/2016	Numero de Muestra	Simple	M-03
Hora	12:30 p.m.				Clase de Muestra	Compuesta

Parámetro	Expresada como	Valor	Unidad	Método
FISICO				
Temperatura	Grados Centígrados (°C)	21.6	°C	Termometro
Turbiedad	Unidades Nefelométricas de Turbiedad (UNT)	18.4	NTU	Turbidimetro
Conductividad	Microsiems	118.4	US/CM	Conductimetro
Olor y Sabor	Aceptable o no Aceptable	Acep.		
QUIMICO				
pH	Unidades de pH	8.16		ph Metro - Termometro
Aluminio	Al	0.024	mg/ L	Colorimetro
Hierro	Fe	0.080	mg/ L	Colorimetro
Manganeso	Mn	0.0	mg/ L	Colorimetro
Nitrato (NO3)	NO3	0.30	mg/ L	Colorimetro
Dureza Total	CaCO3	68.4	mg/ L	Colorimetro
Sulfato	SO4	2	mg/ L	Colorimetro
BIOLOGICO				
Coliformes Totales	Unidad Formadora de Colonia (UFC)	3000	UFC/100mL	Filtracion por Membrana
Coliformes Termotolerantes	Unidad Formadora de Colonia (UFC)	210	UFC/100mL	
Bacterias Heterotoficas	Unidad Formadora de Colonia (UFC)	2400	UFC/mL	Método de Placa Fluida



**BLGO. JOSÉ LUIS
VÁSQUEZ VELA**
 CBP 11274



EPS "Marañón" S.R.L.
 EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO
 JAÉN - PERÚ

EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS MARAÑÓN-2016

INFORMACION DE MUESTRA				
Tipo de Muestra	Agua Cruda		Ubicación	Salida de Floculador
	Agua Semhi Tratada	X		
	Agua Tratada		Numero de Muestra	M-04
Fecha	14/10/2016	Clase de Muestra	Simple	X
Hora	12:35 p.m.		Compuesta	

Parámetro	Expresada como	Valor	Unidad	Método
FISICO				
Temperatura	Grados Centigrados (°C)	24	°C	Termometro
Turbiedad	Unidades Nefelométricas de Turbiedad (UNT)	19.6	NTU	Turbidímetro
Conductividad	Microsiems	131.4	US/CM	Conductímetro
Olor y Sabor	Aceptable o no Aceptable	Acep.		
QUIMICO				
pH	Unidades de pH	6.93		ph Metro - Termometro
Aluminio	Al	0.800	mg/ L	Colorímetro
Hierro	Fe	0.26	mg/ L	Colorímetro
Manganeso	Mn	0.0	mg/ L	Colorímetro
Nitrato (NO3)	NO3	1.00	mg/ L	Colorímetro
Dureza Total	CaCO3	68.4	mg/ L	Colorímetro
Sulfato	SO4	2	mg/ L	Colorímetro
BIOLOGICO				
Coliformes Totales	Unidad Formadora de Colonia (UFC)	40	UFC/100mL	Filtracion por Membrana
Coliformes Termotolerantes	Unidad Formadora de Colonia (UFC)	200	UFC/100mL	
Bacterias Heterotrofico	Unidad Formadora de Colonia (UFC)	6000	UFC/mL	Metodo de Placa Fluida



BLGO. JOSÉ LUIS VÁSQUEZ VELA
CBP 11274



EPS "Marañón" S.R.L.
EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO
JAÉN - PERÚ

EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS MARAÑÓN-2016

INFORMACION DE MUESTRA				
Tipo de Muestra	Agua Cruda		Ubicación	Salida de Decantador
	Agua Semi Tratada	X		
	Agua Tratada		Numero de Muestra	M-05
Fecha	14/10/2016		Simple	X
Hora	12:40 p.m.	Clase de Muestra	Compuesta	

Parámetro	Expresada como	Valor	Unidad	Método
FISICO				
Temperatura	Grados Centígrados (°C)	22.7	°C	Termometro
Turbiedad	Unidades Nefelométricas de Turbiedad (UNT)	9.07	NTU	Turbidimetro
Conductividad	Microsiems	122.3	US/CM	Conductimetro
Olor y Sabor	Acceptable o no Acceptable	Acep.		
QUIMICO				
pH	Unidades de pH	7.46		pH Metro - Termometro
Aluminio	Al	0.217	mg/ L	Colorimetro
Hierro	Fe	0.260	mg/ L	Colorimetro
Manganeso	Mn	0.0	mg/ L	Colorimetro
Nitrato (NO3)	NO3	1.00	mg/ L	Colorimetro
Dureza Total	CaCO3	68.40	mg/ L	Colorimetro
Sulfato	SO4	4.00	mg/ L	Colorimetro
BIOLOGICO				
Coliformes Totales	Unidad Formadora de Colonia (UFC)	40	UFC/mL	
Coliformes Termotolerantes	Unidad Formadora de Colonia (UFC)	200	UFC/mL	Filtracion por Membrana
Bacterias Heterotrofico	Unidad Formadora de Colonia (UFC)	6000	UFC/mL	Metodo de Placa Fluida



BLGO. JOSÉ LUIS VÁSQUEZ VELA
CBP 11274



EPS "Marañón" S.R.L.
 EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO
 JAÉN - PERÚ

EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS MARAÑÓN-2016

INFORMACION DE MUESTRA				
Tipo de Muestra	Agua Cruda		Ubicación	Salida de Filtros
	Agua Semi Tratada			
	Agua Tratada	X	Numero de Muestra	M-06
Fecha	14/10/2016	Clase de Muestra	Simple	X
Hora	12:45 p.m.		Compuesta	

Parámetro	Expresada como	Valor	Unidad	Método
FISICO				
Temperatura	Grados Centígrados (°C)	23.5	°C	Termometro
Turbiedad	Unidades Nefelométricas de Turbiedad (UNT)	0.58	NTU	Turbidímetro
Conductividad	Microsiems	122.5	US/CM	Conductímetro
Olor y Sabor	Aceptable o no Aceptable	Acep.		
QUIMICO				
pH	Unidades de pH	7.46		ph Metro - Termometro
Aluminio	Al	0.050	mg/ L	Colorímetro
Hierro	Fe	0.02	mg/ L	Colorímetro
Manganeso	Mn	0.0	mg/ L	Colorímetro
Nitrato (NO3)	NO3	1.00	mg/ L	Colorímetro
Dureza Total	CaCO3	68.4	mg/ L	Colorímetro
Sulfato	SO4	4	mg/ L	Colorímetro
BIOLOGICO				
Coliformes Totales	Unidad Formadora de Colonia (UFC)	20	UFC/100mL	Filtración por Membrana
Coliformes Termotolerantes	Unidad Formadora de Colonia (UFC)	15	UFC/100mL	
Bacterias Heterotrofico	Unidad Formadora de Colonia (UFC)	80	UFC/mL	Método de Placa Fluida



BLGO. JOSÉ LUIS VÁSQUEZ VELA
 CBP 11274



EPS "Marañón" S.R.L.


EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO
JAÉN - PERÚ

EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS MARAÑÓN-2016

INFORMACION DE MUESTRA				
Tipo de Muestra	Agua Cruda		Ubicación	Salida de PTAP N°
	Agua Semi Tratada			02
Fecha	14/10/2016	X	Numero de Muestra	M-07
Hora	12:50 p.m.		Clase de Muestra	Simple
				X
			Compuesta	

Parámetro	Expresada como	Valor	Unidad	Método
FISICO				
Temperatura	Grados Centígrados (°C)	23.7	°C	Termometro
Turbiedad	Unidades Nefelométricas de Turbiedad (UNT)	0.57	NTU	Turbidimetro
Conductividad	Microsiems	126	US/CM	Conductimetro
Olor y Sabor	Aceptable o no Aceptable	Acep.		
QUIMICO				
pH	Unidades de pH	7.58		ph Metro - Termometro
Aluminio	Al	0.050	mg/ L	Colorimetro
Hierro	Fe	0.01	mg/ L	Colorimetro
Manganeso	Mn	0.0	mg/ L	Colorimetro
Nitrato (NO3)	NO3	1.00	mg/ L	Colorimetro
Dureza Total	CaCO3	68	mg/ L	Colorimetro
Sulfato	SO4	4	mg/ L	Colorimetro
BIOLOGICO				
Coliformes Totales	Unidad Formadora de Colonia (UFC)	0	UFC/100mL	Filtracion por Membrana
Coliformes Termotolerantes	Unidad Formadora de Colonia (UFC)	0	UFC/100mL	
Bacterias Heterotrofico	Unidad Formadora de Colonia (UFC)	1	UFC/mL	Metodo de Placa Fluida

CONCLUSION: El agua analizada es apta para el consumo humano según DS 031-2010 "Reglamento de calidad de agua para Consumo Humano".



BLGO. JOSÉ LUIS VÁSQUEZ VELA
CBP 11274



EPS "Marañón" S.R.L.

EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO
JAÉN - PERÚ

EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS MARAÑÓN-2016

INFORMACION DE MUESTRA				
Tipo de Muestra	Agua Cruda	X	Ubicación	Entrada a la PTAP
	Agua Semi Tratada			N° 02
	Agua Tratada		Numero de Muestra	M-03
Fecha	25/10/2016	Clase de Muestra	Simple	X
Hora	11:22 a.m.		Compuesta	

Parámetro	Expresada como	Valor	Unidad	Método
FISICO				
Temperatura	Grados Centígrados (°C)	25.1	°C	Termometro
Turbiedad	Unidades Nefelométricas de Turbiedad (UNT)	4.04	NTU	Turbidimetro
Conductividad	Microsiems	126.3	US/CM	Conductimetro
Olor y Sabor	Aceptable o no Aceptable	Acep.		
QUIMICO				
pH	Unidades de pH	8.27		ph Metro - Termometro
Aluminio	Al	0.053	mg/ L	Colorimetro
Hierro	Fe	0.01	mg/ L	Colorimetro
Manganeso	Mn	0.0	mg/ L	Colorimetro
Nitrato (NO3)	NO3	0.70	mg/ L	Colorimetro
Dureza Total	CaCO3	68.4	mg/ L	Colorimetro
Sulfato	SO4	2	mg/ L	Colorimetro
BIOLOGICO				
Coliformes Totales	Unidad Formadora de Colonia (UFC)	1500	UFC/100mL	Filtración por Membrana
Coliformes Termotolerantes	Unidad Formadora de Colonia (UFC)	120	UFC/100mL	
Bacterias Heterotroficas	Unidad Formadora de Colonia (UFC)	2000	UFC/mL	Metodo de Placa Fluida



ING. JOSÉ LUIS VÁSQUEZ VELA
 CBP 11274



EPS "Marañón" S.R.L.
EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO
JAÉN - PERÚ

EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS MARAÑÓN-2016

INFORMACION DE MUESTRA				
Tipo de Muestra	Agua Cruda		Ubicación	Salida de Floculador
	Agua Semhi Tratada	X		
	Agua Tratada		Numero de Muestra	M-04
Fecha	25/10/2016	Clase de Muestra	Simple	X
Hora	11:26 a.m.		Compuesta	

Parámetro	Expresada como	Valor	Unidad	Método
FISICO				
Temperatura	Grados Centígrados (°C)	24	°C	Termometro
Turbiedad	Unidades Nefelométricas de Turbiedad (UNT)	4.61	NTU	Turbidímetro
Conductividad	Microsiems	128	US/CM	Conductímetro
Olor y Sabor	Aceptable o no Aceptable	Acep.		
QUIMICO				
pH	Unidades de pH	8.04		ph Metro - Termometro
Aluminio	Al	0.257	mg/ L	Colorímetro
Hierro	Fe	0.01	mg/ L	Colorímetro
Manganeso	Mn	0.0	mg/ L	Colorímetro
Nitrato (NO3)	NO3	2.70	mg/ L	Colorímetro
Dureza Total	CaCO3	68.4	mg/ L	Colorímetro
Sulfato	SO4	2	mg/ L	Colorímetro
BIOLOGICO				
Coliformes Totales	Unidad Formadora de Colonia (UFC)	1200	UFC/100mL	Filtración por Membrana
Coliformes Termotolerantes	Unidad Formadora de Colonia (UFC)	100	UFC/100mL	
Bacterias Heterotrofico	Unidad Formadora de Colonia (UFC)	6000	UFC/mL	Método de Placa Fluida


 **BLGO. JOSÉ LUIS VÁSQUEZ VELA**
CBP 11274



EPS "Marañón" S.R.L.
EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO
JAÉN - PERÚ

EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS MARAÑÓN-2016

INFORMACION DE MUESTRA				
Tipo de Muestra	Agua Cruda	X	Ubicación	Salida de Decantador
	Agua Semi Tratada			
	Agua Tratada		Numero de Muestra	M-05
Fecha	25/10/2016		Simple	X
Hora	11:29 a.m		Compuesta	
		Clase de Muestra		

Parámetro	Expresada como	Valor	Unidad	Método
FISICO				
Temperatura	Grados Centígrados (°C)	25.8	°C	Termometro
Turbiedad	Unidades Nefelométricas de Turbiedad (UNT)	3.73	NTU	Turbidimetro
Conductividad	Microsiems	128.5	US/CM	Conductimetro
Olor y Sabor	Aceptable o no Aceptable	Acep.		
QUIMICO				
pH	Unidades de pH	7.99		ph Metro - Termometro
Aluminio	Al	0.223	mg/ L	Colorimetro
Hierro	Fe	0.01	mg/ L	Colorimetro
Manganeso	Mn	0.0	mg/ L	Colorimetro
Nitrato (NO3)	NO3	0.90	mg/ L	Colorimetro
Dureza Total	CaCO3	68.4	mg/ L	Colorimetro
Sulfato	SO4	2	mg/ L	Colorimetro
BIOLOGICO				
Coliformes Totales	Unidad Formadora de Colonia (UFC)	210	UFC/100mL	Filtracion por Membrana
Coliformes Termotolerantes	Unidad Formadora de Colonia (UFC)	55	UFC/100mL	
Bacterias Heterotrofico	Unidad Formadora de Colonia (UFC)	1500	UFC/mL	Metodo de Placa Fluida



BLGO. JOSÉ LUIS VÁSQUEZ VELA
CBP 11274

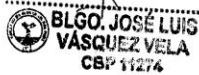


EPS "Marañón" S.R.L.
EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO
JAÉN - PERÚ

EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS MARAÑÓN-2016

INFORMACION DE MUESTRA				
Tipo de Muestra	Agua Cruda		Ubicación	Salida de Filtros
	Agua Semi Tratada			
Fecha	25/10/2016	X	Numero de Muestra	M-06
Hora	11.35 p.m	Clase de Muestra	Simple	X
			Compuesta	

Parámetro	Expresada como	Valor	Unidad	Método
FISICO				
Temperatura	Grados Centígrados (°C)	25.7	°C	Termometro
Turbiedad	Unidades Nefelométricas de Turbiedad (UNT)	0.47	NTU	Turbidimetro
Conductividad	Microsiems	128.8	US/CM	Conductimetro
Olor y Sabor	Aceptable o no Aceptable	Acep.		
QUIMICO				
pH	Unidades de pH	7.63		ph Metro - Termometro
Aluminio	Al	0.095	mg/ L	Colorimetro
Hierro	Fe	0.010	mg/ L	Colorimetro
Manganeso	Mn	0.0	mg/ L	Colorimetro
Nitrato (NO3)	NO3	1.10	mg/ L	Colorimetro
Dureza Total	CaCO3	68.40	mg/ L	Colorimetro
Sulfato	SO4	3.00	mg/ L	Colorimetro
BIOLÓGICO				
Coliformes Totales	Unidad Formadora de Colonia (UFC)	14	UFC/100mL	Filtracion por Membrana
Coliformes Termotolerantes	Unidad Formadora de Colonia (UFC)	7	UFC/100mL	
Bacterias Heterotrofico	Unidad Formadora de Colonia (UFC)	50	UFC/mL	Metodo de Placa Fluida



ING. JOSÉ LUIS
VÁSQUEZ VELA
CSP 11274



EPS "Marañón" S.R.L.
EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO
JAÉN - PERÚ

EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS MARAÑÓN-2016

INFORMACION DE MUESTRA				
Tipo de Muestra	Agua Cruda		Ubicación	Salida de PTAP N° 02
	Agua Semi Tratada			
Fecha	25/10/2016	X	Numero de Muestra	M-07
Hora	11:40 a.m.		Clase de Muestra	Simple Compuesta

Parámetro	Expresada como	Valor	Unidad	Método
FISICO				
Temperatura	Grados Centígrados (°C)	25.2	°C	Termometro
Turbiedad	Unidades Nefelométricas de Turbiedad (UNT)	0.35	NTU	Turbidímetro
Conductividad	Microsiems	129.4	US/CM	Conductímetro
Olor y Sabor	Aceptable o no Aceptable	Acep.		
QUIMICO				
pH	Unidades de pH	7.42		ph Metro - Termometro
Aluminio	Al	0.077	mg/ L	Colorímetro
Hierro	Fe	0.01	mg/ L	Colorímetro
Manganeso	Mn	0.0	mg/ L	Colorímetro
Nitrato (NO3)	NO3	1.10	mg/ L	Colorímetro
Dureza Total	CaCO3	68.4	mg/ L	Colorímetro
Sulfato	SO4	2	mg/ L	Colorímetro
BIOLOGICO				
Coliformes Totales	Unidad Formadora de Colonia (UFC)	0	UFC/100mL	Filtración por Membrana
Coliformes Termotolerantes	Unidad Formadora de Colonia (UFC)	0	UFC/100mL	
Bacterias Heterotrófico	Unidad Formadora de Colonia (UFC)	6	UFC/mL	Metodo de Placa Fluida

CONCLUSION: El agua analizada es apta para el consumo humano según DS 031-2010 "Reglamento de calidad de agua para Consumo Humano".


**BLGO. JOSÉ LUIS
VASQUEZ VELA**
CBP 11274



EPS "Marañón" S.R.L.
EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO
JAÉN - PERÚ

EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS MARAÑÓN-2016

INFORMACIÓN DE MUESTRA				
Tipo de Muestra	Agua Cruda	X	Ubicación	Entrada a la PTAP N° 02
	Agua Semi Tratada			Numero de Muestra	M-03
	Agua Tratada		Simple	X
Fecha	03/11/2016	Clase de Muestra	Compuesta	
Hora	11:15 a.m.			

Parámetro	Expresada como	Valor	Unidad	Método
FISICO				
Temperatura	Grados Centígrados (°C)	23.4	°C	Termometro
Turbiedad	Unidades Nefelométricas de Turbiedad (UNT)	243	NTU	Turbidimetro
Conductividad	Microsiemens	156.0	US/CM	Conductimetro
Olor y Sabor	Aceptable o no Aceptable	Acep.		
QUIMICO				
pH	Unidades de pH	8.03		ph Metro - Termometro
Aluminio	Al	0.024	mg/ L	Colorimetro
Hierro	Fe	0.08	mg/ L	Colorimetro
Manganeso	Mn	0.0	mg/ L	Colorimetro
Nitrato (NO3)	NO3	0.30	mg/ L	Colorimetro
Dureza Total	CaCO3	68.4	mg/ L	Colorimetro
Sulfato	SO4	12	mg/ L	Colorimetro
BIOLOGICO				
Coliformes Totales	Unidad Formadora de Colonia (UFC)	20 000	UFC/100mL	Filtración por Membrana
Coliformes Termotolerantes	Unidad Formadora de Colonia (UFC)	500	UFC/100mL	
Bacterias Heterotroficas	Unidad Formadora de Colonia (UFC)	24 000	UFC/mL	Metodo de Placa Fluida


 **BLGO. JOSÉ LUIS VÁSQUEZ VELA**
CBP 11274





EPS "Marañón" S.R.L.
EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO
JAÉN - PERU

EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS MARAÑÓN-2016

INFORMACION DE MUESTRA				
Tipo de Muestra	Agua Cruda		Ubicación	Salida de Floculador
	Agua Semhi Tratada	X		
Fecha	03/11/2016		Numero de Muestra	M-04
Hora	11:20 a.m.		Clase de Muestra	Simple X
				Compuesta

Parámetro	Expresada como	Valor	Unidad	Método
FISICO				
Temperatura	Grados Centígrados (°C)	24.5	°C	Termometro
Turbiedad	Unidades Nefelométricas de Turbiedad (UNT)	281	NTU	Turbidímetro
Conductividad	Microsiemens	162.4	US/CM	Conductímetro
Olor y Sabor	Aceptable o no Aceptable	Acep.		
QUIMICO				
pH	Unidades de pH	7.82		ph Metro - Termometro
Aluminio	Al	0.800	mg/ L	Colorímetro
Hierro	Fe	0.03	mg/ L	Colorímetro
Manganeso	Mn	0.0	mg/ L	Colorímetro
Nitrato (NO3)	NO3	1.00	mg/ L	Colorímetro
Dureza Total	CaCO3	68.4	mg/ L	Colorímetro
Sulfato	SO4	23	mg/ L	Colorímetro
BIOLOGICO				
Coliformes Totales	Unidad Formadora de Colonia (UFC)	16000	UFC/100mL	Filtracion por Membrana
Coliformes Termotolerantes	Unidad Formadora de Colonia (UFC)	400	UFC/100mL	
Bacterias Heterotrófico	Unidad Formadora de Colonia (UFC)	12000	UFC/mL	Metodo de Placa Fluida



BLGO. JOSÉ LUIS VÁSQUEZ VELA
CBP 11274



EPS "Marañón" S.R.L.
EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO
JAÉN - PERÚ

EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS MARAÑÓN-2016

INFORMACION DE MUESTRA				
Tipo de Muestra	Agua Cruda		Ubicación	Salida de Decantador
	Agua Serni Tratada	X		
Fecha	03/11/2016		Numero de Muestra	M-05
Hora	11:25 a.m.		Simple	X
		Clase de Muestra	Compuesta	

Parámetro	Expresada como	Valor	Unidad	Método
FISICO				
Temperatura	Grados Centígrados (°C)	24	°C	Termometro
Turbiedad	Unidades Nefelométricas de Turbiedad (UNT)	4.1	NTU	Turbidimetro
Conductividad	Microsiems	161.6	US/CM	Conductimetro
Olor y Sabor	Aceptable o no Aceptable	Acep.		
QUIMICO				
pH	Unidades de pH	7.5		ph Metro - Termometro
Aluminio	Al	0.217	mg/ L	Colorimetro
Hierro	Fe	0.04	mg/ L	Colorimetro
Manganeso	Mn	0.13	mg/ L	Colorimetro
Nitrato (NO3)	NO3	1.00	mg/ L	Colorimetro
Dureza Total	CaCO3	68.4	mg/ L	Colorimetro
Sulfato	SO4	15	mg/ L	Colorimetro
BIOLOGICO				
Coliformes Totales	Unidad Formadora de Colonia (UFC)	250	UFC/100mL	Filtracion por Membrana
Coliformes Termotolerantes	Unidad Formadora de Colonia (UFC)	80	UFC/100mL	
Bacterias Heterotrofico	Unidad Formadora de Colonia (UFC)	2 000	UFC/mL	Metodo de Placa Fluida

TIP
BLGO. JOSÉ LUIS
VÁSQUEZ VELA
CBP 11274



EPS "Marañón" S.R.L.
EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO
JAÉN - PERU

EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS MARAÑÓN-2016

INFORMACION DE MUESTRA				
Tipo de Muestra	Agua Cruda		Ubicación	Salida de Filtros
	Agua Semi Tratada			
Fecha	03/11/2016	X	Numero de Muestra	M-06
Hora	11.35 a.m.		Clase de Muestra	Simple Compuesta

Parámetro	Expresada como	Valor	Unidad	Método
FISICO				
Temperatura	Grados Centígrados (°C)	22.7	°C	Termometro
Turbiedad	Unidades Nefelométricas de Turbiedad (UNT)	1.06	NTU	Turbidimetro
Conductividad	Microsiems	160.2	US/CM	Conductimetro
Olor y Sabor	Aceptable o no Aceptable	Acep.		
QUIMICO				
pH	Unidades de pH	7.54		ph Metro - Termometro
Aluminio	Al	0.072	mg/ L	Colorimetro
Hierro	Fe	0.02	mg/ L	Colorimetro
Manganeso	Mn	0.0	mg/ L	Colorimetro
Nitrato (NO3)	NO3	1.20	mg/ L	Colorimetro
Dureza Total	CaCO3	68.4	mg/ L	Colorimetro
Sulfato	SO4	7	mg/ L	Colorimetro
BIOLOGICO				
Coliformes Totales	Unidad Formadora de Colonia (UFC)	100	UFC/100mL	Filtracion por Membrana
Coliformes Termotolerantes	Unidad Formadora de Colonia (UFC)	70	UFC/100mL	
Bacterias Heterotrófico	Unidad Formadora de Colonia (UFC)	400	UFC/mL	Metodo de Placa Fluida


**BLGO. JOSÉ LUIS
VÁSQUEZ VELA**
CBP 11274



EPS "Marañón" S.R.L.
EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO
JAÉN - PERÚ

EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS MARAÑÓN-2016

INFORMACION DE MUESTRA				
Tipo de Muestra	Agua Cruda		Ubicación	Salida de PTAP
	Agua Semi Tratada			N° 02
	Agua Tratada	X	Numero de Muestra	M-07
Fecha	03/11/2016		Simple	X
Hora	11:40 a.m.		Compuesta	

Parámetro	Expresada como	Valor	Unidad	Método
FISICO				
Temperatura	Grados Centígrados (°C)	21.9	°C	Termometro
Turbiedad	Unidades Nefelométricas de Turbiedad (UNT)	1.01	NTU	Turbidímetro
Conductividad	Microsiemens	159.64	US/CM	Conductímetro
Olor y Sabor	Aceptable o no Aceptable	Acep.		
QUIMICO				
pH	Unidades de pH	7.46		pH Metro - Termometro
Aluminio	Al	0.072	mg/ L	Colorímetro
Hierro	Fe	0.02	mg/ L	Colorímetro
Manganeso	Mn	0.0	mg/ L	Colorímetro
Nitrato (NO3)	NO3	1.00	mg/ L	Colorímetro
Dureza Total	CaCO3	68.4	mg/ L	Colorímetro
Sulfato	SO4	6	mg/ L	Colorímetro
BIOLOGICO				
Coliformes Totales	Unidad Formadora de Colonia (UFC)	0	UFC/100mL	Filtración por Membrana
Coliformes Termotolerantes	Unidad Formadora de Colonia (UFC)	0	UFC/100mL	
Bacterias Heterotrófico	Unidad Formadora de Colonia (UFC)	3	UFC/mL	Método de Placa Fluida

CONCLUSION: El agua analizada es apta para el consumo humano según DS 031-2010 "Reglamento de calidad de agua para Consumo Humano".


**BLGO. JOSÉ LUIS
VÁSQUEZ VELA**
CBP 11274

REGISTRO DE DATOS DE PRUEBA DE JARRAS
DETERMINACION DE DOSIS OPTIMA DE COAGULANTE EN EL TRATAMIENTO DE AGUA

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA PORTABLE-JAÉN

FECHA: 03/11/2016

JARRAS	AGUA CRUDA		DOSIFICACION mg/l		OBSERVACIONES VISUALES		AGUA SEDIMENTADA		AGUA FILTRADA	
	Color.....UC	Turbiedad 263 NTU	MEZCLA RAPIDA	FLOCULACION.....SEDIMENTACION	VOLUMEN DE JARRAS	FLOCCULACION.....SEDIMENTACION	Marca Filtro			
	Dureza.....mg/l	pH	Alcalinidad mg/l	Alcalinizante	Defectores .....SI.....No.....	Defectores .....SI.....No.....	N°	Turbiedad Residual	Color U.C.	
N°			Coagulante	Alcalinizante	Defectores .....SI.....No.....	Defectores .....SI.....No.....				
1			Nombre	Alcalinizante	Defectores .....SI.....No.....	Defectores .....SI.....No.....				
2			2 PAC		Defectores .....SI.....No.....	Defectores .....SI.....No.....				
3			3 PAC		Defectores .....SI.....No.....	Defectores .....SI.....No.....				
4			4 PAC		Defectores .....SI.....No.....	Defectores .....SI.....No.....				
5					Defectores .....SI.....No.....	Defectores .....SI.....No.....				
6					Defectores .....SI.....No.....	Defectores .....SI.....No.....				
7					Defectores .....SI.....No.....	Defectores .....SI.....No.....				
8					Defectores .....SI.....No.....	Defectores .....SI.....No.....				
9					Defectores .....SI.....No.....	Defectores .....SI.....No.....				
10					Defectores .....SI.....No.....	Defectores .....SI.....No.....				

OTRAS OBSERVACIONES

INDECE DE WILLCOB

Orden de aplicación de los productos
 *
 *
 *
 Temperatura del Agua: °C
 Parametro Optimo :

DOSIS: 30 mg/L

- 0- Floc Coloidal. Ningun signo de aglutinación
- 2- Visible. Floc muy pequeño, casi imperceptible para un buen observador no entrenado
- 4- Disperso. Floc bien formado pero uniformemente distribuido. (Sedimenta muy lentamente o no sedimenta)
- 6- Claro. Floc de tamaño relativamente grande pero que precipita con lentitud.
- 8- Bueno. Floc que se deposita fácil pero no completamente
- 10- Excelente. Floc que se deposita todo, dejando el agua cristalina.

SOLICITANTE O PROGRAMA : BACH. ING. CIVIL. CECILIA QUILICHE
 LOCALIDAD : JAEN
 PROVINCIA : JAEN
 MUESTREO POR : BACH. CECILIA QUILICHE

DISTRITO: JAEN
 DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

ANALISIS FISICO QUIMICO Y BACTERIOLOGICO DEL AGUA

N° de la Muestra	NOMBRE DE LA FUENTE O PUNTO DE MUESTREO	Fecha y Hora de Muestreo	Volumen Filtrado	Fecha y hora de Analisis	Coliformes Totales (UFC/100 ml)	Coliformes Termotolerantes (UFC/100 ml)	Cloro	TURBIDEZ	Recuento de Heterotifos (UFC/100 ml)	pH	CONDUCTIVIDAD	Dureza Total	Dureza Calcio
CR 01	CAJA DE REUNION O ENTRADA A DESARENADOR	03/11/2016 10:30:00 a.m.	100 ml.	03/11/2016 14:30:00 p.m.	3500	630	.....	88	16000	7.74	182.3	82	73
SD02	SALIDA DE DESARENADOR	03/11/2016 10:35:00 a.m.	100 ml.	03/11/2016 14:30:00 p.m.	2300	420	.....	93	12000	7.77	179.6	.....	.....
E-PTAP N° 02-03	ENTRADA A PTAP N° 2	03/11/2016 11:15:00 a.m.	100 ml.	03/11/2016 14:30:00 p.m.	2500	480	.....	82	12000	7.72	174.8	.....	.....
S.F 04	SALIDA DE FLOCULADOR	03/11/2016 11:20:00 a.m.	100 ml.	03/11/2016 14:30:00 p.m.	390	76	.....	42	4000	7.96	183.6	.....	.....
S.DECAN. 05	SALIDA DE DECANADOR	02/11/2016 11:25:00 a.m.	100 ml.	02/11/2016 14:30:00 p.m.	280	52	.....	9	600	7.98	186.9	.....	.....
S.FILTR. 06	SALIDA FILTRO	02/11/2016 11:35:00 a.m.	100 ml.	02/11/2016 14:30:00 p.m.	90	27	.....	0.79	300	8.03	184.5	.....	.....
S.PTAP N° 02-07	SALIDA DE PTAP N° 2	02/11/2016 01:10:00 p.m.	100 ml.	02/11/2016 14:30:00 p.m.	0	0	.....	0.65	43	8.16	193.2	74	61


 MINISTERIO DE SALUD
 DIRECCION EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL
 Oficina Ejecutiva de Muestreo y Control
 Calle 100 N° 1000 - Lima 3
 BACH. CECILIA QUILICHE

Método Aluminon ¹

1. Introduzca el número de programa almacenado para aluminio (Al).
Presionar: **PRGM (7)** La pantalla mostrara: **PRGM?**

Nota: Ajusta el pH de las muestras almacenadas antes del análisis.

Nota: Para resultados más exactos, realizar una corrección en blanco de reactivo con agua desionizada.



2. Presionar: **STORE (1) ENTER**. La pantalla mostrará: mg/L Y el icono de ZERO

Nota: Aluminio Total determinación requiere una digestión antes del análisis.

Nota: De forma alternativa (Al_2O_3), presione **CONC**




3. Llenar una probeta graduada hasta la marca de 50 mL con la muestra.

Nota: Enjuague el cilindro con ácido clorhídrico 1:1 y agua desionizada antes de usarla para evitar errores debido a los contaminantes absorbidos en el cristal.

Nota: Temperatura de la muestra debe ser de 20-25 °C (68-77 °F) para obtener resultados precisos.



4. Agregue el contenido de una bolsa de polvo de ácido ascórbico. Tapar. Invertir varias veces para disolver el polvo.



5. Agregue el contenido de una bolsa de polvo reactivo AluVer® 3 aluminio

Nota: Se desarrolla una coloración rojo anaranjado si el aluminio está presente.

Nota: Los resultados inconsistentes ocurrirá si cualquier polvo es disuelto



6. Presionar: **TIMER ENTER** comenzara un periodo de tres minutos de reacción. Invertir el cilindro repetidamente durante los tres minutos.

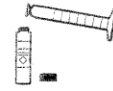



7. Vierta en una celda de 25 mL de la muestra preparada.



¹ Adaptado de métodos estándar para el examen de aguas y aguas residuales

8. Añadir el contenido de una bolsa de polvo de reactivo 3 blanqueo a los restantes 25 mL en la probeta graduada mezcla (el blanco). Tapón de la botella.

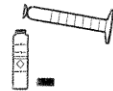


9. La pantalla mostrara: 00:30 del temporizador 2 Presionar: **ENTER** comenzara un periodo de 30 segundos de reacción. Agite vigorosamente el cilindro durante el periodo.

ENTER

Nota: esta solución debe girar una luz a media naranja sobre blanqueo. No se convertirá en incoloro.

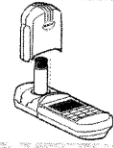
10. Vierta los 25 mL de la mezcla en el cilindro en una segunda celda de 25 mL de muestra (el blanco).



11. La pantalla mostrara: 15:00 reloj 3 Presionar: **ENTER** se iniciara un periodo de quince minutos de reacción.

ENTER

12. Tres minutos después de las señales sonoras del contador de tiempo, coloque blanco en el soporte de la celda. Cubrir firmemente la celda de muestra con la tapa del instrumento.

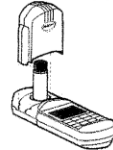


13. Presionar: **ZERO** el cursor se moverá hacia la derecha, luego la pantalla mostrara: 0.000mg/L Al.

ZERO
0

Nota: si la corrección en blanco reactivo esta activada, la pantalla puede encender y apagar "limite".

14. Coloque inmediatamente la muestra preparada en el soporte de la celda. Cubrir firmemente la celda de muestra con la tapa del instrumento.



15. Presionar: **READ** El cursor se moverá hacia la derecha, a continuación, se visualizara el resultado en aluminio mg/L.

READ
1

Nota: Limpie el cilindro graduado y muestra las células con jabón y cepillo inmediatamente después de la prueba.

Nota: Ajuste estándar puede realizarse utilizando un preparado estándar.

Método de Ferro Ver

1. Introduzca el número de programa almacenado para bolsas de polvo de hierro (Fe).

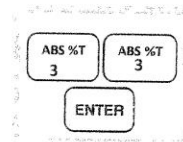
Presionar: **PRGM** la pantalla mostrara: ¿PRGM?

Nota: La determinación de hierro total requiere una digestión antes del análisis.

Nota: Ajustar el pH de las muestras almacenadas antes del análisis.



2. Pulse: **33 ENTER** la pantalla mostrara mg/L Fe y el icono de Zero

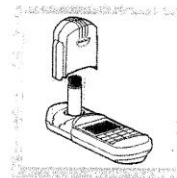


3. Llene una celda limpia con 10mL de muestra (el blanco)

Nota: para muestras turbias, para tratar el espacio en blanco con una cucharada de 0.1 gramos de RoVer. Removedor de moho. Agite para mezclar.



4. Coloque el espacio en blanco en el soporte de la celda. Cubrir firmemente la celda de muestra con la tapa del instrumento.



5. Presionar: **ZERO** el cursor se moverá hacia la derecha, luego la pantalla mostrara: 0.00mg/L Fe

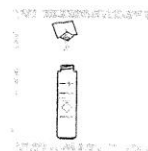


6. Llene otra celda con 10mL de la muestra.



7. Agregue el contenido de una bolsa de polvo reactivo Ferro Ver hierro a la celda de muestra (la muestra preparada). Tapar e invierta para disolver el polvo de reactivo.

Nota: Precisión no es afectada por el polvo sin disolver.



8. Presione: **TIMER ENTER** comenzara un periodo de reacción de tres minutos.

Nota: Se formara un color naranja si el hierro está presente.

Nota: Las muestras que contienen oxido visible deben reaccionar al menos cinco minutos.

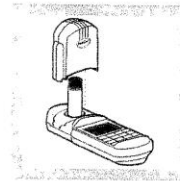


TIMER
CE



ENTER

9. Colocar la muestra preparada en el soporte de la celda. Cubrir firmemente la celda con la tapa del instrumento.



10. Pulsar: **READ** el cursor se moverá hacia la derecha, entonces será el resultado en mg/L de hierro (Fe).

Nota: ajuste estándar puede realizarse utilizando un preparado estándar.



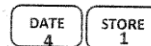
READ

Método Periodato de Oxidación³

1. Introduzca el número de programa almacenado para manganeso, método periodato de oxidación. Presionar: **PRGM** la pantalla mostrara: ¿PRGM?



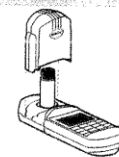
2. Pulse: **41 ENTER** la pantalla mostrara mg/L, Mn y el icono de Zero.
Nota: para formas alternas (KMnO₄, MnO₄), pulse la tecla **CONC**.



3. Llene una celda limpia con 10 mL de muestra (el blanco)
Nota: Para el manganeso total determinación realice una digestión.
Nnota: Ajuste el pH de las muestras almacenadas.



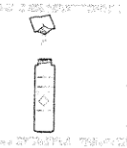
4. Coloque el espacio en blanco en el soporte de la celda. Cubrir firmemente la celda de muestra con la tapa del instrumento.



5. Presionar: **ZERO** El cursor se moverá hacia la derecha, luego la pantalla mostrara: 0.0 mg/L Mn



6. Retire la celda del instrumento. Agregue el contenido de un tampón de una bolsa de polvo, tipo de citrato a la celda. Tapar e invierta hasta que el polvo se disuelva. Quite la tapa.



³ Adaptado de métodos estándar para el examen de aguas y aguas residuales

7. Agregue el contenido de una bolsa de polvo de periodato de sodio a la celda de muestra (la muestra preparada). Tapa la celda. Invertir durante 10 segundos para mezclar.

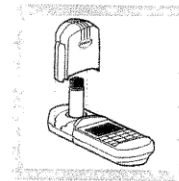


8. Pulse: **TIMER ENTER** comenzará un periodo de dos minutos de reacción.

Nota: un color violeta se formara si manganeso está presente.



9. Colocar la muestra preparada en el soporte de la celda. Cubrir firmemente la celda con la tapa del instrumento.



10. Pulse: **READ** el cursor se moverá hacia la derecha, a continuación, se visualiza el resultado en manganeso mg/L.

Nota: Ajuste estándar puede realizarse utilizando un preparado estándar.



NITRATO, Alto Rango (0 a 30.0 mg/ L NO₃-N) Para agua, agua residuales y agua de mar

Método Reducción de Cadmio

1. Introduzca el número de programa almacenado para bolsas de polvo de alto rango nitrato-nitrogeno (NO₃-N).

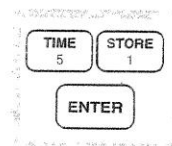
Presionar: **PRGM** la pantalla mostrara: ¿PRGM?

Nota: para obtener resultados más exactos, realizar una corrección en blanco de reactivo con agua desionizada.



2. Pulse: **51 ENTER** la pantalla mostrara mg/L NO₃-N y el icono de Zero

Nota: para formas alternas (NO₃) presione Conc.



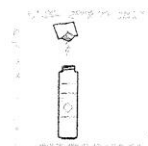
3. Llene una celda limpia con 10 mL de muestra.

Nota: Ajuste el pH de las muestras almacenadas antes del análisis.



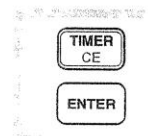
4. Agregue el contenido de una bolsa en polvo reactivo NitraVer 5 nitrato a la celda de muestra (la muestra preparada). Tapar la celda de la muestra.

Nota: es importante quitar todo el polvo de la almohada. Toque la almohada hasta que no derrame más polvo.



5. Presionar: **TIMER ENTER** comenzara un periodo de reacción de un minuto. Agitar la celda muestra vigorosamente hasta las señales de contador de tiempo.

Nota: Es importante que agite vigorosamente la celda. Sacudiendo tiempo y técnica influyen en el desarrollo del color. Para resultados más exactos, hacer pruebas sucesivas en una solución estándar y ajustar el tiempo de agitación para obtener el resultado correcto.

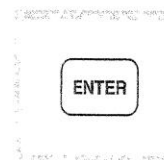


6. Después de que el reloj emite un pitido, la pantalla mostrara: 5:00 TIMER 2

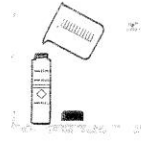
Presionar: **ENTER** comenzara un periodo de cinco minutos de reacción.

Nota: Un depósito permanecerá después de que el reactivo se disuelve y no afectara los resultados de prueba.

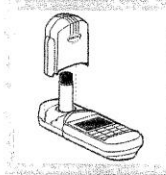
Nota: Un color ámbar se desarrollara si el nitrógeno nítrico está presente.



7. Llenar una celda de muestra limpia con la solución de blanco hasta la marca de 10mL. Limpie las huellas dactilares o líquido.



8. Coloque el blanco de reactivo en el soporte de la celda, tapar firmemente la celda de muestra con la tapa del instrumento.

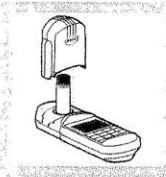


9. Cuando suene el temporizador, presionar **ZERO** el cursor se moverá hacia la derecha, a continuación, la pantalla mostrara 0.0 mg/L NO₃-N

Nota: si la corrección en blanco esta activada, la pantalla puede encender y apagar "limite".



10. Colocar la muestra preparada en el soporte de la celda. Cubrir firmemente la celda de muestra con la tapa del instrumento.



11. Presionar: **READ** el cursor se moverá a la derecha, luego el resultado en mg/L NO₃-N se mostrara.

Nota: Se recomienda la utilización de la función de ajuste estándar para cada lote nuevo de reactivos. Consulte comprobación precisión.

Nota: Enjuague la celda de muestra inmediatamente después del uso para quitar todas las partículas de cadmio.



Método SulfaVer 4²

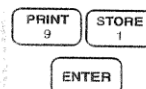
1. Una calibración introducido por el usuario es necesario para obtener los resultados más precisos. Vea la sección de calibración por el usuario en la parte posterior del procedimiento. Programa 91 puede utilizarse para control de procesos o aplicaciones donde no es necesario un alto grado de exactitud.

2. Ingrese el número de programa almacenado para sulfato (SO₄).
Presionar: **PRGM** la pantalla mostrara PRGM?



PRGM
7

3. Presione: **91 ENTER** o el número de programa seleccionado para un usuario entre en la calibración.
La pantalla mostrara mg/L, SO₄ y el icono ZERO



PRINT 9 STORE 1
ENTER

4. Llene una celda limpia con 10 mL de muestra.

Nota: filtrar las muestras altamente turbias o coloreadas. Use muestra filtrada en este paso y con el espacio en blanco.



5. Añadir el contenido de una bolsa en polvo reactivo SulfaVer 4 a la celda de muestra (muestra preparada). Tapa la celda e invertir varias veces para mezclar.

Nota: una turbidez blanca desarrollara si sulfato está presente en la muestra.

Nota: precisión no se ve afectado por el polvo sin disolver.



6. Presione: **TIMER ENTER** comenzará un periodo de reacción de 5 minutos.

Permitir que la celda permanezca inalterados.



TIMER
CE
ENTER

² Adaptado de métodos estándar para el examen de aguas y aguas residuales

7. Después de que el reloj emita un pitido, llene una segunda celda de muestra con 10 mL (el blanco):



8. Coloque el espacio en blanco en el soporte de la celda. Cubrir firmemente la celda de muestra con la tapa del instrumento.



9. Presionar: **ZERO** el cursor se moverá hacia la derecha, luego la pantalla mostrara: 0 mg/L SO₄



10. Dentro de 5 minutos después de las señales sonoras del contador de tiempo, coloque la muestra preparada en el soporte de la celda. Cubrir firmemente la celda de muestra con la tapa del instrumento.



11. Presionar: **READ** el cursor se moverá hacia la derecha, entonces será el resultado del sulfato de mg/L que se visualiza.

Nota: si se utiliza el programa 91, uso del ajuste muy recomendable. Consulte comprobación precisión.

Nota: Limpie las celdas de la muestra con jabón y un cepillo.



TABLAS GENERALES DE DOSIFICACION

TABLA DE DOSIFICACIÓN PARA POLICLORURO DE ALUMINIO
80 L/S

AGUA DE INGRESO		DOSIFIC. / TURBIDEZ	TANQUE DE SOLUCIÓN DE PAC - 100		Cap. Teorica Dosif. 1300l/h	Cap. Real Dosific. 1650 l/h
TURBIDEZ (NTU)	CAUDAL (l/s)	CONC. (mg/l)	(40 mg/l) (%)	Dosificación (ml/s)	Aertura Dosific. (%)	Aertura Dosific. (%)
10	80	18.8	4	37.6	10.4	8.2
25	80	19	4	38	10.5	8.3
97	80	20	4	40	11.1	8.7
168	80	21	4	42	11.6	9.2
240	80	22	4	44	12.2	9.6
312	80	23	4	46	12.7	10.0
384	80	24	4	48	13.3	10.5
456	80	25	4	50	13.9	10.9
528	80	26	4	52	14.4	11.3
599	80	27	4	54	15.0	11.8
671	80	28	4	56	15.5	12.2
743	80	29	4	58	16.1	12.7
815	80	30	4	60	16.6	13.1
887	80	31	4	62	17.2	13.5
958	80	32	4	64	17.7	14.0
1030	80	33	4	66	18.3	14.4
1102	80	34	4	68	18.8	14.8
1174	80	35	4	70	19.4	15.3
1246	80	36	4	72	19.9	15.7
1317	80	37	4	74	20.5	16.1
1389	80	38	4	76	21.1	16.6
1461	80	39	4	78	21.6	17.0
1533	80	40	4	80	22.2	17.5
1605	80	41	4	82	22.7	17.9
1676	80	42	4	84	23.3	18.3
1748	80	43	4	86	23.8	18.8
1820	80	44	4	88	24.4	19.2
1892	80	45	4	90	24.9	19.6
1964	80	46	4	92	25.5	20.1
2035	80	47	4	94	26.0	20.5
2107	80	48	4	96	26.6	20.9
2179	80	49	4	98	27.1	21.4
2251	80	50	4	100	27.7	21.8
2323	80	51	4	102	28.3	22.3
2395	80	52	4	104	28.8	22.7
2466	80	53	4	106	29.4	23.1
2538	80	54	4	108	29.9	23.6
2610	80	55	4	110	30.5	24.0
2682	80	56	4	112	31.0	24.4
2754	80	57	4	114	31.6	24.9
2825	80	58	4	116	32.1	25.3
2897	80	59	4	118	32.7	25.7
2969	80	60	4	120	33.2	26.2
3041	80	61	4	122	33.8	26.6
3113	80	62	4	124	34.3	27.1
3184	80	63	4	126	34.9	27.5
3256	80	64	4	128	35.5	27.9
3328	80	65	4	130	36.0	28.4

TABLA DE DOSIFICACIÓN PARA POLICLORURO DE ALUMINIO

100 L/S

AGUA DE INGRESO		DOSIFIC. / TURBIDEZ	TANQUE DE SOLUCIÓN DE PAC - 100		Cap. Teorica Dosif. 1300l/h	Cap. Real Dosific. 1650 l/h
TURBIDEZ (NTU)	CAUDAL (l/s)	CONC. (mg/l)	(40 mg/l) (%)	Dosificación (ml/s)	Aertura Dosific. (%)	Aertura Dosific. (%)
10	100	18.8	4	47	13.0	10.3
25	100	19	4	47.5	13.2	10.4
97	100	20	4	50	13.9	10.9
168	100	21	4	52.5	14.5	11.5
240	100	22	4	55	15.2	12.0
312	100	23	4	57.5	15.9	12.5
384	100	24	4	60	16.6	13.1
456	100	25	4	62.5	17.3	13.6
528	100	26	4	65	18.0	14.2
599	100	27	4	67.5	18.7	14.7
671	100	28	4	70	19.4	15.3
743	100	29	4	72.5	20.1	15.8
815	100	30	4	75	20.8	16.4
887	100	31	4	77.5	21.5	16.9
958	100	32	4	80	22.2	17.5
1030	100	33	4	82.5	22.9	18.0
1102	100	34	4	85	23.5	18.5
1174	100	35	4	87.5	24.2	19.1
1246	100	36	4	90	24.9	19.6
1317	100	37	4	92.5	25.6	20.2
1389	100	38	4	95	26.3	20.7
1461	100	39	4	97.5	27.0	21.3
1533	100	40	4	100	27.7	21.8
1605	100	41	4	102.5	28.4	22.4
1676	100	42	4	105	29.1	22.9
1748	100	43	4	107.5	29.8	23.5
1820	100	44	4	110	30.5	24.0
1892	100	45	4	112.5	31.2	24.5
1964	100	46	4	115	31.9	25.1
2035	100	47	4	117.5	32.5	25.6
2107	100	48	4	120	33.2	26.2
2179	100	49	4	122.5	33.9	26.7
2251	100	50	4	125	34.6	27.3
2323	100	51	4	127.5	35.3	27.8
2395	100	52	4	130	36.0	28.4
2466	100	53	4	132.5	36.7	28.9
2538	100	54	4	135	37.4	29.5
2610	100	55	4	137.5	38.1	30.0
2682	100	56	4	140	38.8	30.5
2754	100	57	4	142.5	39.5	31.1
2825	100	58	4	145	40.2	31.6
2897	100	59	4	147.5	40.9	32.2
2969	100	60	4	150	41.6	32.7
3041	100	61	4	152.5	42.2	33.3
3113	100	62	4	155	42.9	33.8
3184	100	63	4	157.5	43.6	34.4
3256	100	64	4	160	44.3	34.9
3328	100	65	4	162.5	45.0	35.5

**TABLA DE DOSIFICACIÓN PARA POLICLORURO DE ALUMINIO
140 L/S**

AGUA DE INGRESO		DOSIFIC. / TURBIDEZ	TANQUE DE SOLUCIÓN DE PAC - 100		Cap. Teorica Dosif. 1300l/h	Cap. Real Dosific. 1650 l/h
TURBIDEZ (NTU)	CAUDAL (l/s)	CONC. (mg/l)	(40 mg/l) (%)	Dosificación (ml/s)	Aertura Dosific. (%)	Aertura Dosific. (%)
10	140	18.8	4	65.8	18.2	14.4
25	140	19	4	66.5	18.4	14.5
97	140	20	4	70	19.4	15.3
168	140	21	4	73.5	20.4	16.0
240	140	22	4	77	21.3	16.8
312	140	23	4	80.5	22.3	17.6
384	140	24	4	84	23.3	18.3
456	140	25	4	87.5	24.2	19.1
528	140	26	4	91	25.2	19.9
599	140	27	4	94.5	26.2	20.6
671	140	28	4	98	27.1	21.4
743	140	29	4	101.5	28.1	22.1
815	140	30	4	105	29.1	22.9
887	140	31	4	108.5	30.1	23.7
958	140	32	4	112	31.0	24.4
1030	140	33	4	115.5	32.0	25.2
1102	140	34	4	119	33.0	26.0
1174	140	35	4	122.5	33.9	26.7
1246	140	36	4	126	34.9	27.5
1317	140	37	4	129.5	35.9	28.3
1389	140	38	4	133	36.8	29.0
1461	140	39	4	136.5	37.8	29.8
1533	140	40	4	140	38.8	30.5
1605	140	41	4	143.5	39.8	31.3
1676	140	42	4	147	40.7	32.1
1748	140	43	4	150.5	41.7	32.8
1820	140	44	4	154	42.7	33.6
1892	140	45	4	157.5	43.6	34.4
1964	140	46	4	161	44.6	35.1
2035	140	47	4	164.5	45.6	35.9
2107	140	48	4	168	46.5	36.7
2179	140	49	4	171.5	47.5	37.4
2251	140	50	4	175	48.5	38.2
2323	140	51	4	178.5	49.4	38.9
2395	140	52	4	182	50.4	39.7
2466	140	53	4	185.5	51.4	40.5
2538	140	54	4	189	52.4	41.2
2610	140	55	4	192.5	53.3	42.0
2682	140	56	4	196	54.3	42.8
2754	140	57	4	199.5	55.3	43.5
2825	140	58	4	203	56.2	44.3
2897	140	59	4	206.5	57.2	45.1
2969	140	60	4	210	58.2	45.8
3041	140	61	4	213.5	59.1	46.6
3113	140	62	4	217	60.1	47.3
3184	140	63	4	220.5	61.1	48.1
3256	140	64	4	224	62.0	48.9
3328	140	65	4	227.5	63.0	49.6

TABLA DE DOSIFICACIÓN PARA POLICLORURO DE ALUMINIO
160 L/S

AGUA DE INGRESO		DOSIFIC. / TURBIDEZ	TANQUE DE SOLUCIÓN DE PAC - 100		Cap. Teorica Dosif. 1300l/h	Cap. Real Dosific. 1650 l/h
TURBIDEZ (NTU)	CAUDAL (l/s)	CONC. (mg/l)	(40 mg/l) (%)	Dosificación (ml/s)	Avertura Dosific. (%)	Avertura Dosific. (%)
10	160	18.8	4	75.2	20.8	16.4
25	160	19	4	76	21.1	16.6
97	160	20	4	80	22.2	17.5
168	160	21	4	84	23.3	18.3
240	160	22	4	88	24.4	19.2
312	160	23	4	92	25.5	20.1
384	160	24	4	96	26.6	20.9
456	160	25	4	100	27.7	21.8
528	160	26	4	104	28.8	22.7
599	160	27	4	108	29.9	23.6
671	160	28	4	112	31.0	24.4
743	160	29	4	116	32.1	25.3
815	160	30	4	120	33.2	26.2
887	160	31	4	124	34.3	27.1
958	160	32	4	128	35.5	27.9
1030	160	33	4	132	36.6	28.8
1102	160	34	4	136	37.7	29.7
1174	160	35	4	140	38.8	30.5
1246	160	36	4	144	39.9	31.4
1317	160	37	4	148	41.0	32.3
1389	160	38	4	152	42.1	33.2
1461	160	39	4	156	43.2	34.0
1533	160	40	4	160	44.3	34.9
1605	160	41	4	164	45.4	35.8
1676	160	42	4	168	46.5	36.7
1748	160	43	4	172	47.6	37.5
1820	160	44	4	176	48.8	38.4
1892	160	45	4	180	49.9	39.3
1964	160	46	4	184	51.0	40.1
2035	160	47	4	188	52.1	41.0
2107	160	48	4	192	53.2	41.9
2179	160	49	4	196	54.3	42.8
2251	160	50	4	200	55.4	43.6
2323	160	51	4	204	56.5	44.5
2395	160	52	4	208	57.6	45.4
2466	160	53	4	212	58.7	46.3
2538	160	54	4	216	59.8	47.1
2610	160	55	4	220	60.9	48.0
2682	160	56	4	224	62.0	48.9
2754	160	57	4	228	63.2	49.7
2825	160	58	4	232	64.3	50.6
2897	160	59	4	236	65.4	51.5
2969	160	60	4	240	66.5	52.4
3041	160	61	4	244	67.6	53.2
3113	160	62	4	248	68.7	54.1
3184	160	63	4	252	69.8	55.0
3256	160	64	4	256	70.9	55.9
3328	160	65	4	260	72.0	56.7

TABLA DE DOSIFICACIÓN PARA POLICLORURO DE ALUMINIO
180 L/S

AGUA DE INGRESO		DOSIFIC. / TURBIDEZ	TANQUE DE SOLUCIÓN DE PAC - 100		Cap. Teórica Dosif. 1300 l/h	Cap. Real Dosific. 1650 l/h
TURBIDEZ (NTU)	CAUDAL (l/s)	CONC. (mg/l)	(40 mg/l) (%)	Dosificación (ml/s)	Avertura Dosific. (%)	Avertura Dosific. (%)
10	180	18.8	4	84.6	23.4	18.5
25	180	19	4	85.5	23.7	18.7
97	180	20	4	90	24.9	19.6
168	180	21	4	94.5	26.2	20.6
240	180	22	4	99	27.4	21.6
312	180	23	4	103.5	28.7	22.6
384	180	24	4	108	29.9	23.6
456	180	25	4	112.5	31.2	24.5
528	180	26	4	117	32.4	25.5
599	180	27	4	121.5	33.7	26.5
671	180	28	4	126	34.9	27.5
743	180	29	4	130.5	36.1	28.5
815	180	30	4	135	37.4	29.5
887	180	31	4	139.5	38.6	30.4
958	180	32	4	144	39.9	31.4
1030	180	33	4	148.5	41.1	32.4
1102	180	34	4	153	42.4	33.4
1174	180	35	4	157.5	43.6	34.4
1246	180	36	4	162	44.9	35.3
1317	180	37	4	166.5	46.1	36.3
1389	180	38	4	171	47.4	37.3
1461	180	39	4	175.5	48.6	38.3
1533	180	40	4	180	49.9	39.3
1605	180	41	4	184.5	51.1	40.3
1676	180	42	4	189	52.4	41.2
1748	180	43	4	193.5	53.6	42.2
1820	180	44	4	198	54.8	43.2
1892	180	45	4	202.5	56.1	44.2
1964	180	46	4	207	57.3	45.2
2035	180	47	4	211.5	58.6	46.1
2107	180	48	4	216	59.8	47.1
2179	180	49	4	220.5	61.1	48.1
2251	180	50	4	225	62.3	49.1
2323	180	51	4	229.5	63.6	50.1
2395	180	52	4	234	64.8	51.1
2466	180	53	4	238.5	66.1	52.0
2538	180	54	4	243	67.3	53.0
2610	180	55	4	247.5	68.6	54.0
2682	180	56	4	252	69.8	55.0
2754	180	57	4	256.5	71.1	56.0
2825	180	58	4	261	72.3	56.9
2897	180	59	4	265.5	73.5	57.9
2969	180	60	4	270	74.8	58.9
3041	180	61	4	274.5	76.0	59.9
3113	180	62	4	279	77.3	60.9
3184	180	63	4	283.5	78.5	61.9
3256	180	64	4	288	79.8	62.8
3328	180	65	4	292.5	81.0	63.8

TABLA DE DOSIFICACIÓN PARA POLICLORURO DE ALUMINIO
200 L/S

AGUA DE INGRESO		DOSIFIC. / TURBIDEZ	TANQUE DE SOLUCIÓN DE PAC - 100		Cap. Teórica Dosif. 1300 l/h	Cap. Real Dosific. 1650 l/h
TURBIDEZ (NTU)	CAUDAL (l/s)	CONC. (mg/l)	(40 mg/l) (%)	Dosificación (ml/s)	Aertura Dosific. (%)	Aertura Dosific. (%)
10	200	18.8	4	94	26.0	20.5
25	200	19	4	95	26.3	20.7
97	200	20	4	100	27.7	21.8
168	200	21	4	105	29.1	22.9
240	200	22	4	110	30.5	24.0
312	200	23	4	115	31.9	25.1
384	200	24	4	120	33.2	26.2
456	200	25	4	125	34.6	27.3
528	200	26	4	130	36.0	28.4
599	200	27	4	135	37.4	29.5
671	200	28	4	140	38.8	30.5
743	200	29	4	145	40.2	31.6
815	200	30	4	150	41.6	32.7
887	200	31	4	155	42.9	33.8
958	200	32	4	160	44.3	34.9
1030	200	33	4	165	45.7	36.0
1102	200	34	4	170	47.1	37.1
1174	200	35	4	175	48.5	38.2
1246	200	36	4	180	49.9	39.3
1317	200	37	4	185	51.2	40.4
1389	200	38	4	190	52.6	41.5
1461	200	39	4	195	54.0	42.5
1533	200	40	4	200	55.4	43.6
1605	200	41	4	205	56.8	44.7
1676	200	42	4	210	58.2	45.8
1748	200	43	4	215	59.6	46.9
1820	200	44	4	220	60.9	48.0
1892	200	45	4	225	62.3	49.1
1964	200	46	4	230	63.7	50.2
2035	200	47	4	235	65.1	51.3
2107	200	48	4	240	66.5	52.4
2179	200	49	4	245	67.9	53.5
2251	200	50	4	250	69.3	54.5
2323	200	51	4	255	70.6	55.6
2395	200	52	4	260	72.0	56.7
2466	200	53	4	265	73.4	57.8
2538	200	54	4	270	74.8	58.9
2610	200	55	4	275	76.2	60.0
2682	200	56	4	280	77.6	61.1
2754	200	57	4	285	78.9	62.2
2825	200	58	4	290	80.3	63.3
2897	200	59	4	295	81.7	64.4
2969	200	60	4	300	83.1	65.5
3041	200	61	4	305	84.5	66.6
3113	200	62	4	310	85.9	67.6
3184	200	63	4	315	87.3	68.7
3256	200	64	4	320	88.6	69.8
3328	200	65	4	325	90.0	70.9

TABLA DE DOSIFICACIÓN PARA SULFATO DE ALUMINIO TIPO "A"
80 L/S

AGUA DE INGRESO		DOSIFIC. / TURBIDEZ	TANQUE DE SOLUCIÓN DE SULFATO DE ALUMINIO		Cap. Teórica Dosif.	Cap. Real Dosific.
TURBIDEZ (NTU)	CAUDAL (l/s)		CONC. (mg/l)	(40 mg/l) (%)	Dosificación (ml/s)	1300l/h Aertura Dosif. (%)
7	80	23	4	46	12.7	10.0
31	80	24	4	48	13.3	10.5
55	80	25	4	50	13.9	10.9
79	80	26	4	52	14.4	11.3
104	80	27	4	54	15.0	11.8
128	80	28	4	56	15.5	12.2
152	80	29	4	58	16.1	12.7
176	80	30	4	60	16.6	13.1
200	80	31	4	62	17.2	13.5
225	80	32	4	64	17.7	14.0
249	80	33	4	66	18.3	14.4
273	80	34	4	68	18.8	14.8
297	80	35	4	70	19.4	15.3
322	80	36	4	72	19.9	15.7
346	80	37	4	74	20.5	16.1
370	80	38	4	76	21.1	16.6
394	80	39	4	78	21.6	17.0
419	80	40	4	80	22.2	17.5
443	80	41	4	82	22.7	17.9
467	80	42	4	84	23.3	18.3
491	80	43	4	86	23.8	18.8
516	80	44	4	88	24.4	19.2
540	80	45	4	90	24.9	19.6
564	80	46	4	92	25.5	20.1
588	80	47	4	94	26.0	20.5
612	80	48	4	96	26.6	20.9
637	80	49	4	98	27.1	21.4
661	80	50	4	100	27.7	21.8
685	80	51	4	102	28.3	22.3
709	80	52	4	104	28.8	22.7
734	80	53	4	106	29.4	23.1
758	80	54	4	108	29.9	23.6
782	80	55	4	110	30.5	24.0
806	80	56	4	112	31.0	24.4
831	80	57	4	114	31.6	24.9
855	80	58	4	116	32.1	25.3
879	80	59	4	118	32.7	25.7
903	80	60	4	120	33.2	26.2
927	80	61	4	122	33.8	26.6
952	80	62	4	124	34.3	27.1
976	80	63	4	126	34.9	27.5
1000	80	64	4	128	35.5	27.9
1024	80	65	4	130	36.0	28.4
1049	80	66	4	132	36.6	28.8
1073	80	67	4	134	37.1	29.2
1097	80	68	4	136	37.7	29.7
1121	80	69	4	138	38.2	30.1
1146	80	70	4	140	38.8	30.5
1170	80	71	4	142	39.3	31.0
1194	80	72	4	144	39.9	31.4

TABLA DE DOSIFICACIÓN PARA SULFATO DE ALUMINIO TIPO "A"
60 L/S

AGUA DE INGRESO		DOSIFIC. / TURBIDEZ	TANQUE DE SOLUCIÓN DE SULFATO DE ALUMINIO		Cap. Teórica Dosif. 1300l/h	Cap. Real Dosific. 1650 l/h
TURBIDEZ (NTU)	CAUDAL (l/s)	CONC. (mg/l)	(40 mg/l) (%)	Dosificación (ml/s)	Aertura Dosif. (%)	Aertura Dosif. (%)
7	60	23	4	34.5	9.6	7.5
31	60	24	4	36	10.0	7.9
55	60	25	4	37.5	10.4	8.2
79	60	26	4	39	10.8	8.5
104	60	27	4	40.5	11.2	8.8
128	60	28	4	42	11.6	9.2
152	60	29	4	43.5	12.0	9.5
176	60	30	4	45	12.5	9.8
200	60	31	4	46.5	12.9	10.1
225	60	32	4	48	13.3	10.5
249	60	33	4	49.5	13.7	10.8
273	60	34	4	51	14.1	11.1
297	60	35	4	52.5	14.5	11.5
322	60	36	4	54	15.0	11.8
346	60	37	4	55.5	15.4	12.1
370	60	38	4	57	15.8	12.4
394	60	39	4	58.5	16.2	12.8
419	60	40	4	60	16.6	13.1
443	60	41	4	61.5	17.0	13.4
467	60	42	4	63	17.5	13.7
491	60	43	4	64.5	17.9	14.1
516	60	44	4	66	18.3	14.4
540	60	45	4	67.5	18.7	14.7
564	60	46	4	69	19.1	15.1
588	60	47	4	70.5	19.5	15.4
612	60	48	4	72	19.9	15.7
637	60	49	4	73.5	20.4	16.0
661	60	50	4	75	20.8	16.4
685	60	51	4	76.5	21.2	16.7
709	60	52	4	78	21.6	17.0
734	60	53	4	79.5	22.0	17.3
758	60	54	4	81	22.4	17.7
782	60	55	4	82.5	22.9	18.0
806	60	56	4	84	23.3	18.3
831	60	57	4	85.5	23.7	18.7
855	60	58	4	87	24.1	19.0
879	60	59	4	88.5	24.5	19.3
903	60	60	4	90	24.9	19.6
927	60	61	4	91.5	25.3	20.0
952	60	62	4	93	25.8	20.3
976	60	63	4	94.5	26.2	20.6
1000	60	64	4	96	26.6	20.9
1024	60	65	4	97.5	27.0	21.3
1049	60	66	4	99	27.4	21.6
1073	60	67	4	100.5	27.8	21.9
1097	60	68	4	102	28.3	22.3
1121	60	69	4	103.5	28.7	22.6
1146	60	70	4	105	29.1	22.9
1170	60	71	4	106.5	29.5	23.2
1194	60	72	4	108	29.9	23.6

TABLA DE DOSIFICACIÓN PARA SULFATO DE ALUMINIO TIPO "A"
100 L/S

AGUA DE INGRESO		DOSIFIC. / TURBIDEZ	TANQUE DE SOLUCIÓN DE SULFATO DE ALUMINIO		Cap. Teórica Dosif. 1300l/h	Cap. Real Dosific. 1650 l/h
TURBIDEZ (NTU)	CAUDAL (l/s)	CONC. (mg/l)	(40 mg/l) (%)	Dosificación (ml/s)	Aertura Dosif. (%)	Aertura Dosif. (%)
7	100	23	4	57.5	15.9	12.5
31	100	24	4	60	16.6	13.1
55	100	25	4	62.5	17.3	13.6
79	100	26	4	65	18.0	14.2
104	100	27	4	67.5	18.7	14.7
128	100	28	4	70	19.4	15.3
152	100	29	4	72.5	20.1	15.8
176	100	30	4	75	20.8	16.4
200	100	31	4	77.5	21.5	16.9
225	100	32	4	80	22.2	17.5
249	100	33	4	82.5	22.9	18.0
273	100	34	4	85	23.5	18.5
297	100	35	4	87.5	24.2	19.1
322	100	36	4	90	24.9	19.6
346	100	37	4	92.5	25.6	20.2
370	100	38	4	95	26.3	20.7
394	100	39	4	97.5	27.0	21.3
419	100	40	4	100	27.7	21.8
443	100	41	4	102.5	28.4	22.4
467	100	42	4	105	29.1	22.9
491	100	43	4	107.5	29.8	23.5
516	100	44	4	110	30.5	24.0
540	100	45	4	112.5	31.2	24.5
564	100	46	4	115	31.9	25.1
588	100	47	4	117.5	32.5	25.6
612	100	48	4	120	33.2	26.2
637	100	49	4	122.5	33.9	26.7
661	100	50	4	125	34.6	27.3
685	100	51	4	127.5	35.3	27.8
709	100	52	4	130	36.0	28.4
734	100	53	4	132.5	36.7	28.9
758	100	54	4	135	37.4	29.5
782	100	55	4	137.5	38.1	30.0
806	100	56	4	140	38.8	30.5
831	100	57	4	142.5	39.5	31.1
855	100	58	4	145	40.2	31.6
879	100	59	4	147.5	40.9	32.2
903	100	60	4	150	41.6	32.7
927	100	61	4	152.5	42.2	33.3
952	100	62	4	155	42.9	33.8
976	100	63	4	157.5	43.6	34.4
1000	100	64	4	160	44.3	34.9
1024	100	65	4	162.5	45.0	35.5
1049	100	66	4	165	45.7	36.0
1073	100	67	4	167.5	46.4	36.5
1097	100	68	4	170	47.1	37.1
1121	100	69	4	172.5	47.8	37.6
1146	100	70	4	175	48.5	38.2
1170	100	71	4	177.5	49.2	38.7
1194	100	72	4	180	49.9	39.3

TABLA DE DOSIFICACIÓN PARA SULFATO DE ALUMINIO TIPO "A"
120 L/S

AGUA DE INGRESO		DOSIFIC. / TURBIDEZ CONC. (mg/l)	TANQUE DE SOLUCIÓN DE SULFATO DE ALUMINIO		Cap. Teorica Dosif. 1300l/h	Cap. Real Dosific. 1650 l/h
TURBIDEZ (NTU)	CAUDAL (l/s)		(40 mg/l)	Dosificación (ml/s)	Avertura Dosif. (%)	Avertura Dosif. (%)
7	120	23	4	69	19.1	15.1
31	120	24	4	72	19.9	15.7
55	120	25	4	75	20.8	16.4
79	120	26	4	78	21.6	17.0
104	120	27	4	81	22.4	17.7
128	120	28	4	84	23.3	18.3
152	120	29	4	87	24.1	19.0
176	120	30	4	90	24.9	19.6
200	120	31	4	93	25.8	20.3
225	120	32	4	96	26.6	20.9
249	120	33	4	99	27.4	21.6
273	120	34	4	102	28.3	22.3
297	120	35	4	105	29.1	22.9
322	120	36	4	108	29.9	23.6
346	120	37	4	111	30.7	24.2
370	120	38	4	114	31.6	24.9
394	120	39	4	117	32.4	25.5
419	120	40	4	120	33.2	26.2
443	120	41	4	123	34.1	26.8
467	120	42	4	126	34.9	27.5
491	120	43	4	129	35.7	28.1
516	120	44	4	132	36.6	28.8
540	120	45	4	135	37.4	29.5
564	120	46	4	138	38.2	30.1
588	120	47	4	141	39.1	30.8
612	120	48	4	144	39.9	31.4
637	120	49	4	147	40.7	32.1
661	120	50	4	150	41.6	32.7
685	120	51	4	153	42.4	33.4
709	120	52	4	156	43.2	34.0
734	120	53	4	159	44.0	34.7
758	120	54	4	162	44.9	35.3
782	120	55	4	165	45.7	36.0
806	120	56	4	168	46.5	36.7
831	120	57	4	171	47.4	37.3
855	120	58	4	174	48.2	38.0
879	120	59	4	177	49.0	38.6
903	120	60	4	180	49.9	39.3
927	120	61	4	183	50.7	39.9
952	120	62	4	186	51.5	40.6
976	120	63	4	189	52.4	41.2
1000	120	64	4	192	53.2	41.9
1024	120	65	4	195	54.0	42.5
1049	120	66	4	198	54.8	43.2
1073	120	67	4	201	55.7	43.9
1097	120	68	4	204	56.5	44.5
1121	120	69	4	207	57.3	45.2
1146	120	70	4	210	58.2	45.8
1170	120	71	4	213	59.0	46.5
1194	120	72	4	216	59.8	47.1

TABLA DE DOSIFICACIÓN PARA SULFATO DE ALUMINIO TIPO "A"
140 L/S

AGUA DE INGRESO		DOSIFIC. / TURBIDEZ	TANQUE DE SOLUCIÓN DE SULFATO DE ALUMINIO		Cap. Teorica Dosif. 1300l/h	Cap. Real Dosific. 1650 l/h
TURBIDEZ (NTU)	CAUDAL (l/s)	CONC. (mg/l)	(40 mg/l) (%) 1.5	Dosificación (ml/s)	Avertura Dosif. (%)	Avertura Dosif. (%)
7	140	23	4	80.5	22.3	17.6
31	140	24	4	84	23.3	18.3
55	140	25	4	87.5	24.2	19.1
79	140	26	4	91	25.2	19.9
104	140	27	4	94.5	26.2	20.6
128	140	28	4	98	27.1	21.4
152	140	29	4	101.5	28.1	22.1
176	140	30	4	105	29.1	22.9
200	140	31	4	108.5	30.1	23.7
225	140	32	4	112	31.0	24.4
249	140	33	4	115.5	32.0	25.2
273	140	34	4	119	33.0	26.0
297	140	35	4	122.5	33.9	26.7
322	140	36	4	126	34.9	27.5
346	140	37	4	129.5	35.9	28.3
370	140	38	4	133	36.8	29.0
394	140	39	4	136.5	37.8	29.8
419	140	40	4	140	38.8	30.5
443	140	41	4	143.5	39.8	31.3
467	140	42	4	147	40.7	32.1
491	140	43	4	150.5	41.7	32.8
516	140	44	4	154	42.7	33.6
540	140	45	4	157.5	43.6	34.4
564	140	46	4	161	44.6	35.1
588	140	47	4	164.5	45.6	35.9
612	140	48	4	168	46.5	36.7
637	140	49	4	171.5	47.5	37.4
661	140	50	4	175	48.5	38.2
685	140	51	4	178.5	49.4	38.9
709	140	52	4	182	50.4	39.7
734	140	53	4	185.5	51.4	40.5
758	140	54	4	189	52.4	41.2
782	140	55	4	192.5	53.3	42.0
806	140	56	4	196	54.3	42.8
831	140	57	4	199.5	55.3	43.5
855	140	58	4	203	56.2	44.3
879	140	59	4	206.5	57.2	45.1
903	140	60	4	210	58.2	45.8
927	140	61	4	213.5	59.1	46.6
952	140	62	4	217	60.1	47.3
976	140	63	4	220.5	61.1	48.1
1000	140	64	4	224	62.0	48.9
1024	140	65	4	227.5	63.0	49.6
1049	140	66	4	231	64.0	50.4
1073	140	67	4	234.5	65.0	51.2
1097	140	68	4	238	65.9	51.9
1121	140	69	4	241.5	66.9	52.7
1146	140	70	4	245	67.9	53.5
1170	140	71	4	248.5	68.8	54.2
1194	140	72	4	252	69.8	55.0

TABLA DE DOSIFICACIÓN PARA SULFATO DE ALUMINIO TIPO "A"
160 L/S

AGUA DE INGRESO		DOSIFIC. / TURBIDEZ	TANQUE DE SOLUCIÓN DE SULFATO DE ALUMINIO		Cap. Teórica Dosif. 1300l/h	Cap. Real Dosific. 1650 l/h
TURBIDEZ (NTU)	CAUDAL (l/s)	CONC. (mg/l)	(40 mg/l) (%)	Dosificación (ml/s)	Aertura Dosif. (%)	Aertura Dosif. (%)
7	160	23	4	92	25.5	20.1
31	160	24	4	96	26.6	20.9
55	160	25	4	100	27.7	21.8
79	160	26	4	104	28.8	22.7
104	160	27	4	108	29.9	23.6
128	160	28	4	112	31.0	24.4
152	160	29	4	116	32.1	25.3
176	160	30	4	120	33.2	26.2
200	160	31	4	124	34.3	27.1
225	160	32	4	128	35.5	27.9
249	160	33	4	132	36.6	28.8
273	160	34	4	136	37.7	29.7
297	160	35	4	140	38.8	30.5
322	160	36	4	144	39.9	31.4
346	160	37	4	148	41.0	32.3
370	160	38	4	152	42.1	33.2
394	160	39	4	156	43.2	34.0
419	160	40	4	160	44.3	34.9
443	160	41	4	164	45.4	35.8
467	160	42	4	168	46.5	36.7
491	160	43	4	172	47.6	37.5
516	160	44	4	176	48.8	38.4
540	160	45	4	180	49.9	39.3
564	160	46	4	184	51.0	40.1
588	160	47	4	188	52.1	41.0
612	160	48	4	192	53.2	41.9
637	160	49	4	196	54.3	42.8
661	160	50	4	200	55.4	43.6
685	160	51	4	204	56.5	44.5
709	160	52	4	208	57.6	45.4
734	160	53	4	212	58.7	46.3
758	160	54	4	216	59.8	47.1
782	160	55	4	220	60.9	48.0
806	160	56	4	224	62.0	48.9
831	160	57	4	228	63.2	49.7
855	160	58	4	232	64.3	50.6
879	160	59	4	236	65.4	51.5
903	160	60	4	240	66.5	52.4
927	160	61	4	244	67.6	53.2
952	160	62	4	248	68.7	54.1
976	160	63	4	252	69.8	55.0
1000	160	64	4	256	70.9	55.9
1024	160	65	4	260	72.0	56.7
1049	160	66	4	264	73.1	57.6
1073	160	67	4	268	74.2	58.5
1097	160	68	4	272	75.3	59.3
1121	160	69	4	276	76.5	60.2
1146	160	70	4	280	77.6	61.1
1170	160	71	4	284	78.7	62.0
1194	160	72	4	288	79.8	62.8

TABLA DE DOSIFICACIÓN PARA SULFATO DE ALUMINIO TIPO "A"
180 L/S

AGUA DE INGRESO		DOSIFIC. / TURBIDEZ	TANQUE DE SOLUCIÓN DE SULFATO DE ALUMINIO		Cap. Teorica Dosif. 1300l/h	Cap. Real Dosific. 1650 l/h
TURBIDEZ (NTU)	CAUDAL (l/s)	CONC. (mg/l)	(40 mg/l) (%)	Dosificación (ml/s)	Avertura Dosif. (%)	Avertura Dosif. (%)
7	180	23	4	103.5	28.7	22.6
31	180	24	4	108	29.9	23.6
55	180	25	4	112.5	31.2	24.5
79	180	26	4	117	32.4	25.5
104	180	27	4	121.5	33.7	26.5
128	180	28	4	126	34.9	27.5
152	180	29	4	130.5	36.1	28.5
176	180	30	4	135	37.4	29.5
200	180	31	4	139.5	38.6	30.4
225	180	32	4	144	39.9	31.4
249	180	33	4	148.5	41.1	32.4
273	180	34	4	153	42.4	33.4
297	180	35	4	157.5	43.6	34.4
322	180	36	4	162	44.9	35.3
346	180	37	4	166.5	46.1	36.3
370	180	38	4	171	47.4	37.3
394	180	39	4	175.5	48.6	38.3
419	180	40	4	180	49.9	39.3
443	180	41	4	184.5	51.1	40.3
467	180	42	4	189	52.4	41.2
491	180	43	4	193.5	53.6	42.2
516	180	44	4	198	54.8	43.2
540	180	45	4	202.5	56.1	44.2
564	180	46	4	207	57.3	45.2
588	180	47	4	211.5	58.6	46.1
612	180	48	4	216	59.8	47.1
637	180	49	4	220.5	61.1	48.1
661	180	50	4	225	62.3	49.1
685	180	51	4	229.5	63.6	50.1
709	180	52	4	234	64.8	51.1
734	180	53	4	238.5	66.1	52.0
758	180	54	4	243	67.3	53.0
782	180	55	4	247.5	68.6	54.0
806	180	56	4	252	69.8	55.0
831	180	57	4	256.5	71.1	56.0
855	180	58	4	261	72.3	56.9
879	180	59	4	265.5	73.5	57.9
903	180	60	4	270	74.8	58.9
927	180	61	4	274.5	76.0	59.9
952	180	62	4	279	77.3	60.9
976	180	63	4	283.5	78.5	61.9
1000	180	64	4	288	79.8	62.8
1024	180	65	4	292.5	81.0	63.8
1049	180	66	4	297	82.3	64.8
1073	180	67	4	301.5	83.5	65.8
1097	180	68	4	306	84.8	66.8
1121	180	69	4	310.5	86.0	67.8
1146	180	70	4	315	87.3	68.7
1170	180	71	4	319.5	88.5	69.7
1194	180	72	4	324	89.8	70.7
1218	180	73	4	328.5	91.0	71.7

TABLA DE DOSIFICACIÓN PARA SULFATO DE ALUMINIO TIPO "A"
200 L/S

AGUA DE INGRESO		DOSIFIC. / TURBIDEZ CONC. (mg/l)	TANQUE DE SOLUCIÓN DE SULFATO DE ALUMINIO		Cap. Teórica Dosif. 1300l/h	Cap. Real Dosific. 1650 l/h
TURBIDEZ (NTU)	CAUDAL (l/s)		(40 mg/l) (%)	Dosificación (ml/s)	Avertura Dosif. (%)	Avertura Dosif. (%)
7	200	23	4	115	31.9	25.1
31	200	24	4	120	33.2	26.2
55	200	25	4	125	34.6	27.3
79	200	26	4	130	36.0	28.4
104	200	27	4	135	37.4	29.5
128	200	28	4	140	38.8	30.5
152	200	29	4	145	40.2	31.6
176	200	30	4	150	41.6	32.7
200	200	31	4	155	42.9	33.8
225	200	32	4	160	44.3	34.9
249	200	33	4	165	45.7	36.0
273	200	34	4	170	47.1	37.1
297	200	35	4	175	48.5	38.2
322	200	36	4	180	49.9	39.3
346	200	37	4	185	51.2	40.4
370	200	38	4	190	52.6	41.5
394	200	39	4	195	54.0	42.5
419	200	40	4	200	55.4	43.6
443	200	41	4	205	56.8	44.7
467	200	42	4	210	58.2	45.8
491	200	43	4	215	59.6	46.9
516	200	44	4	220	60.9	48.0
540	200	45	4	225	62.3	49.1
564	200	46	4	230	63.7	50.2
588	200	47	4	235	65.1	51.3
612	200	48	4	240	66.5	52.4
637	200	49	4	245	67.9	53.5
661	200	50	4	250	69.3	54.5
685	200	51	4	255	70.6	55.6
709	200	52	4	260	72.0	56.7
734	200	53	4	265	73.4	57.8
758	200	54	4	270	74.8	58.9
782	200	55	4	275	76.2	60.0
806	200	56	4	280	77.6	61.1
831	200	57	4	285	78.9	62.2
855	200	58	4	290	80.3	63.3
879	200	59	4	295	81.7	64.4
903	200	60	4	300	83.1	65.5
927	200	61	4	305	84.5	66.6
952	200	62	4	310	85.9	67.6
976	200	63	4	315	87.3	68.7
1000	200	64	4	320	88.6	69.8
1024	200	65	4	325	90.0	70.9
1049	200	66	4	330	91.4	72.0
1073	200	67	4	335	92.8	73.1
1097	200	68	4	340	94.2	74.2
1121	200	69	4	345	95.6	75.3
1146	200	70	4	350	97.0	76.4
1170	200	71	4	355	98.3	77.5
1194	200	72	4	360	99.7	78.6
1218	200	73	4	365	101.1	79.6

FICHAS TECNICAS DE COAGULANTES



POLICLORURO DE ALUMINIO



POLICLORURO DE ALUMINIO

1. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO

Sinónimos: Hidroxiclорuro de Aluminio, ACH, PAC, Polihidroxiclорuro de aluminio

Fórmula Molecular: $[Al(OH)_mCl_{3-m}]_n$ donde $m > 3$

N°CAS: 1327-41-9

2. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

- **Procedencia:** colombiana.
- **Vigencia del producto:** 1 año de vida útil en condiciones de almacenamiento indicadas.
- **Apariencia:** Líquido ámbar claro a oscuro.
- **Presentación:** Cilindros y envases de plástico de 30 Kg. y 290kg.

Propiedades	Límites	Unidad
Pureza (Aluminio)	18-22	%Al ₂ O ₃
Basicidad	>70	%
Solubilidad	Soluble en agua	
Densidad	1.25 – 1.35	g/ml
Turbiedad	<50	NTU

3. APLICACIONES

- ✓ El policloruro de aluminio es usado en el tratamiento y clarificación de aguas potables, residuales o industriales; en la producción de papel. Además es especialmente recomendado para clarificar aguas con altos niveles de color, obteniéndose los parámetros ambientales necesarios para descargar al medio ambiente.

Más Información: www.quimicosgoicochea.com. E-mail: qventas@quimicosgoicochea.com

Oficina Principal: Av. Néstor Gambetta 150 – CALLAO Telf.: 614-4400 Fax: 614-4401
RPM: #525791 RPC: 986631242 NEXTEL: 101*4338

Sucursal: Paje, Morros Mz. C Lt. 6-7 Urb. María Isabel
AREQUIPA – PERU Telf. (054) 213-573 Fax: (054) 202-703 RPM: #518422 RPC: 972730333 NEXTEL: 144*1603



8. INFORMACIÓN DEL TRANSPORTE

El producto debe transportarse en condiciones secas.

Peligro para la salud	1
Peligro de inflamabilidad	0
Peligro de reactividad	0
Disposiciones especiales de reactividad	CORROSIVO

9. INFORMACIÓN ADICIONAL

Los datos proporcionados en esta hoja, son tomados de fuentes confiables y representan la mejor información conocida actualmente sobre la materia, este documento debe utilizarse solo como guía para la manipulación del producto con la precaución adecuada, QUIMICOS GOICOCHEA S.A.C. no asume responsabilidad alguna por reclamos, pérdidas o daños que resulten del uso inapropiado del producto y/o de un uso distinto para el que fue concebida. El usuario debe hacer sus propias investigaciones para determinar la aplicabilidad de la información consignada en la presente hoja según sus propósitos particulares.

Más Información: www.quimicosgoicochea.com. E-mail: agventas@quimicosgoicochea.com

Oficina Principal: Av. Néstor Gambetta 150 – CALLAO Telf.:
614-4400 Fax: 614-4401
RPM: #525791 RPC: 986631242 NEXTEL: 101*4338

Sucursal: Psje. Morolo, Mz. C Lt. 6-7 Urb. María Isabel
AREQUIPA – PERÚ Telf: (054) 213-573 Fax: (054) 202-703 RPM:
#518422 RPC: 972730333 NEXTEL: 144*1603

FICHA TECNICA

SULFATO DE ALUMINIO GRANULADO TIPO A PANTERA ®

Versión: 001-2013

1. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

El Sulfato de Aluminio Tipo A es una sal inorgánica, que contiene 14 moles de agua, es manufacturada a partir de una fuente de Aluminio libre de hierro y ácido Sulfúrico.

2. CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO

NOMBRE COMERCIAL	SULFATO DE ALUMINIO GRANULADO TIPO A
PESO MOLECULAR	594,14 g/mol.
FORMULA QUIMICA	$Al_2(SO_4)_3 \cdot 14H_2O$
APARIENCIA	CRISTALES DE COLOR BLANCO/ SOLUBLE EN AGUA

3. REQUERIMIENTOS

PARAMETROS	ESPECIFICACION	CONFORMIDAD
Aluminio, Al_2O_3 , %	17.0 mín.	<i>Cumple con las normas internacionales para productos químicos usados en el tratamiento del agua ANSI/ AWWA B403-93 (Aluminum Sulphate-Líquido, Ground or Lump) y Norma Técnica Peruana NTP 311.095 Revisión 1999, así como las especificaciones de Aris.</i>
Basicidad, Al_2O_3 , %	0.60 máx.	
Hierro, Fe_2O_3 , %	0.05 máx.	
Insolubles, %	0.20 máx.	
Malla 6, % Pasante	100 min	
Malla 10, % Pasante	60 min.	

4. APLICACIONES

Es ampliamente usada en el tratamiento de aguas como coagulante en la mayoría de los procesos hidrodinámicos de separación de sólidos, en especial de las partículas coloidales. Debido a ello cumple con las normas internacionales para productos químicos para el tratamiento del agua ANSI/ AWWA B 403-93 y Norma Técnica Peruana NTP 311.095-1999.

Se emplea en la industria textil como mordiente, como afirmente, como antitranspirante y recientemente como absorbente de humedad.

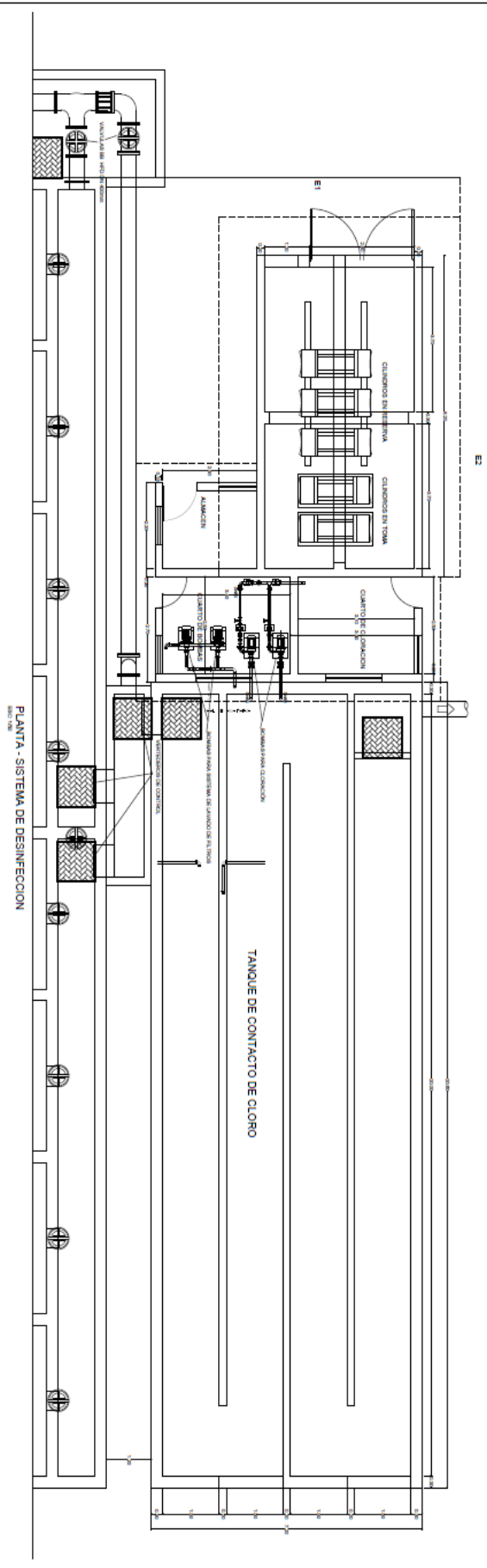
5. PRESENTACIÓN

El Sulfato de Aluminio se presenta en bolsas de polipropileno de 25, 50 Kg. y big bags de 1000 Kg. que han sido especialmente diseñadas para garantizar y mantener la calidad y pureza del producto.

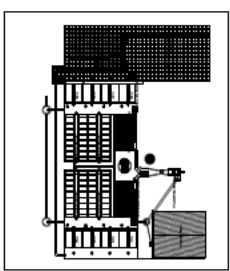
6. CONDICIONES DE USO Y ALMACENAJE


Almacenar sobre parihuelas bajo techo, en lugar seco, protegido contra el sol y la lluvia para evitar que el producto se endurezca formando bloques compactos por ganancia o pérdida de agua.

**PLANOS PTAP
N°02 – EPS
MARAÑON**



PLANTA - SISTEMA DE DESINFECCION




REPÚBLICA ESTADUNIDENSE DE COSTA RICA
EFICIENCIA TECNICA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE
ESTRATEGIA DE DESINFECCION PLANTA
 MUNICIPALIDAD DE SAN CARLOS VIAL
 SERVICIO DE INGENIERIA AMBIENTAL
 1 / 90

SC-1