

**INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y
ALCANTARILLADOS**

**DIRECCIÓN PLANTAS POTABILIZADORAS
GAM**

*“Curso Regional de Diseño de Filtración Rápida de Tecnología
Apropiada”*

**INFORME DE VIAJE AL EXTERIOR
DEL 16 al 25 Octubre de 2017**

Jefe técnico Everardo Gutiérrez Solano

Jefe técnico Henry Méndez Rojas

Noviembre, 2017

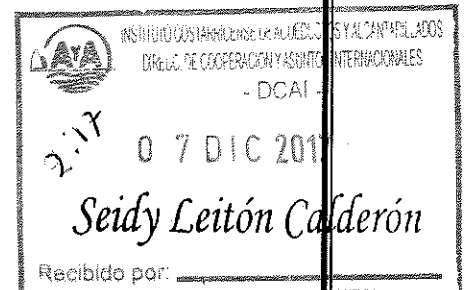


TABLA DE CONTENIDOS

| | |
|------------------------------------------------|----|
| FICHA INFORMATIVA..... | 2 |
| INTRODUCCIÓN | 3 |
| OBJETIVOS | 6 |
| ALCANCES | 6 |
| DESARROLLO DEL INFORME..... | 7 |
| CONCLUSIONES | 15 |
| RECOMENDACIONES..... | 16 |
| TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTOS ADQUIRIDOS..... | 16 |

FICHA INFORMATIVA

País:

Perú

Ciudad: Lima

Colegio de Ingenieros del Perú; Consejo Departamental de Lima del Colegio de Ingenieros del Perú, Capitulo de Ingeniería Sanitaria y Ambiental ubicado en las coordenadas 12° 5'29.26"S 77° 2'55.20"W

Hospedaje en Hostal Porta; Calle Porta 686, Miraflores. Ubicado en las coordenadas 12° 7'41.35"S 77° 2'0.41"W

Ciudad: Carabayllo

Planta Potabilizadora Consorcio Azul, concesión dada por SEDAPAL ubicada en las coordenadas 11°49'22.66"S 76°59'50.82"W

Fecha de la visita técnica:

16 al 25 octubre del 2017

Funcionarios:

Jefe Tec. Especialista en Tratamiento de agua, Everardo Gutiérrez Solano

Jefe Tec. Especialista en Tratamiento de agua, Henry Méndez Rojas

Motivo del viaje:

Participación “Curso Regional Diseño de Plantas de Filtración Rápida (PFR) de Tecnología Apropriada”

Contacto en el lugar de misión:

Ing. Víctor Maldonado Yactayo, Presidente del Capítulo de Ingeniería Sanitaria y Ambiente, vmaldonado@ingenieriasanitaria.com, vmaldonado@uni.pe.pe

INTRODUCCIÓN

El diseño de una Planta Potabilizadora de Filtros Rápidos (PPFR) aborda conceptos desde la proporción del espacio¹ basado en usos, su funcionalidad para el futuro personal (operadores de planta) así como el proceso en si, además de brindar adecuada proyección visual para futuras visitas técnicas o académicas, complementado con la capacidad de incluir la digitalización de los procesos, manteniendo de forma armoniosa el engranaje hidráulico fiel al empleo de la tecnología apropiada denominada CEPIS.

Dicho engranaje hidráulico va desde el dominio teórico de los componentes de coagulación, floculación, decantación, filtración y tratamiento de residuos. Gran cantidad de información deriva de la investigación, recolección y clasificación realizada originalmente en la década de los años 70s por el Ing. Arboleda.

El diseño esta condicionado por la disponibilidad del agua (cantidad y calidad) y el crecimiento poblacional, implicando posibles proyecciones de construcción por etapas. Según lo anterior, resulta fundamental el conocer las restricciones de diseño para la futura operación.

Los histogramas físico-químicos y microbiológicos, curvas de sedimentación natural², de filtración directa. Lo anterior corresponde al diagnostico previo para proceder con la determinación de los parámetros óptimos de los procesos, siendo estos el primer boceto de diseño de la futura planta. La coagulación y floculación usualmente ha sido referenciado a la metodología de Villegas&Letterman (1976). Ambos autores correlacionaron que la dosis optima para un tiempo de retención dado interactua con la gradiente de velocidad³ y son dependientes para cada tipo de agua, es decir; el diseño de una planta potabilizadora de filtros rápidos varia en función del tipo de agua a potabilizar y no necesariamente el mito urbano que en zona rural siempre se implementa Filtración Lenta. Además O'Melia&Stumm (1978) demostraron que la dosis optima varia en función del pH y concentración de coloides. Argaman&Kaufman (1970) indican que se requiere un tiempo de retención mínimo para obtener un eficiencia dada y siempre correspondiente a un determinado valor de gradiente de velocidad.

1 La proporción de la estética paisajística.

2 Cuando turbiedad es alta no se puede hacer filtracion lenta o filtracion directa, se procede a realizar pruebas de sedimentacion natural, si la turbiedad no se reduce a menos de 20 UNT el diseño conlleva PPFR completa.

3 Potencia disipada por unidad de volumen en función de la perdida de carga según la ecuacion deducida por Camp y Stein

Según experiencia de la Ing. Doña Lidia, a $> UNT > S^{-1}$ y a $< UNT$ es indiferente la gradiente, lo anterior quiere decir que en bajas turbiedades lo mas importante es el tiempo de retención del floculador.

La decantación en las plantas de tecnología apropiada ha pasado por tres tipos de decantadores el actual denominado de tercera generación⁴ corrige la distribución uniforme a todo lo largo de la unidad mediante un canal inferior, una o varias tolvas piramidales en la parte inferior almacenan el lodo. Muchos de los criterios de diseño de las plantas de filtros rápidos del tipo de tecnología apropiada CEPIS⁵, derivan de un contexto que ha pasado por la evolución desde 1968.

En ese año se formo el desaparecido CEPIS. Fundado por los ingenieros latinoamericanos; Jorge Arboleda Valencia (Colombia), Carlos Richter (Brasil), José Pérez Carrión (Ecuador), con aportes en el campo de la filtración directa, por el ingeniero Brasileño Luiz Di Bernardo todos miembros del AIDIS⁶. Básicamente con la creación del CEPIS se retomaron las notables investigaciones en los procesos de coagulación efectuados por; La Mer, O'Melia, Stumn, Black, Fair, Kaufman, Hudson, Singley, Vrale, Jordan, Letterman y Amirtharajah. En el área de la sedimentación por Argaman, Wolf, Resnick, Miller, Ives, Camp, Yao y otros. Y en el campo de la filtración por Stein, Camp, Fair, Mintz, Hudson, O'Melia, Cleasby, Arboleda, Grimplastch, Di Bernardo y otros. Y con ello se desarrollo una tecnología de mucha eficiencia, menor costo y adaptada para las condiciones de Latinoamérica, quedando atrás las plantas potabilizadoras tipo copias ligeramente modificadas de los países industrializados como menciona el Ing., Arboleda en 1981.

En la actualidad un alto porcentaje de los sistemas de potabilización del AyA son de tecnología CEPIS, misma que ha permito brindar un servicio de suministro de agua potable de calidad, a un costo económico razonable y cumpliendo la normativa nacional establecida en el Reglamento de Calidad de Agua Potable, Decreto 38924-S. El prestigio de la tecnología apropiada radica en sistemas eficientes contruidos con materiales de la región y sin costosos equipos dependientes de complejas energías mecánicas, porque el corazón de la tecnología CEPIS es la hidráulica pura. Ante este panorama, el uso de las tecnologías de tecnología apropiada para las plantas potabilizadoras de filtración rápida se ve privilegiado sobre otros tipos de tecnología de carácter patentado, que suelen tener

4 Perfeccionado por SANEPAR

5 Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria (1968 – 2005). El cual actualmente es ETRAS (Equipo Técnico Regional de Agua y Saneamiento)

6 Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria AIDIS

mayores costos económicos por metro cúbico de agua potable producido.

La gestión operativa de un sistema de producción, implica no sólo cumplir con los estándares de calidad señalados en la normativa nacional de agua potable, sino que debe lograrse mediante criterios técnicos y económicos de eficacia y eficiencia.

Lograr el cumplimiento de suministro de agua calidad potable conlleva una acertada metodología de diagnóstico, posterior diseño, evaluación continua de los sistemas productivos y una acertada operación, maximizando los recursos disponibles para su mantenimiento.

Para este fin, el Colegio de Ingenieros de Perú, organiza anualmente el curso de Evaluación de Plantas de Filtración Rápida de Tecnología Apropriada durante el mes de marzo y el de diseño durante el mes de octubre, como parte del fortalecimiento de capacidades del sector saneamiento, del cual tenemos el agrado de resumir los principales componentes estudiados para el curso de diseño.

OBJETIVOS

General:

Enriquecer los procedimientos para el diseño mediante la ampliación de conocimientos en los diferentes criterios teóricos-técnicos, de forma que permita una adecuada formación académica para el diseño de plantas potabilizadoras bajo el concepto de tecnología apropiada.

Específicos:

- Adquirir los conocimientos y criterios técnicos mediante la recopilación de información andragógica impartida en el curso, de forma que permita la correcta interpretación de uso y no uso, de los mismos.
- Colaborar en el diseño de proyectos hidráulicos de nuevas plantas potabilizadoras, proyectos de rehabilitación y mejoramiento utilizando tecnología apropiada, mediante la correcta interpretación y uso de los criterios de diseño.
- Complementar la formación profesional en los campos de diseño, evaluación y operación de plantas potabilizadoras de filtración rápida.
- Actuar como coordinador y/o instructor locales en cursos similares para personal Profesional y Técnico.

ALCANCES

- Conocer cuáles son los contaminantes de las aguas superficiales
- Conocer la teoría de los procesos unitarios que componen una Planta Potabilizadora de Filtros Rápidos PPR
- Aplicar la metodología de laboratorio para determinar los parámetros óptimos de diseño de los procesos (procedimiento abreviado en vez de Villegas&Letterman).
- Conocer los criterios de diseño de las unidades que conforman una planta.
- Conocer las metodologías de cálculo para el dimensionamiento hidráulico de los diferentes componentes de una PPR.

DESARROLLO DEL INFORME

4.1 Antecedentes

La tendencia mundial como indicador de control es obtener turbiedades filtradas en valores de 0,1 UNT⁷ lo anterior implica diseños óptimos, operación óptima y tener la capacidad de construir. Al principio de la capacitación se inicia abordando los diversos contaminantes microbiológicos en el agua.

El objetivo de esta primera intervención recae en que los diseños de las PPRF deben estar proyectadas para una adecuada remoción microbiológica. Lo anterior porque como demostraron Tracy, Sanderson y Kelly referenciado por Castro de Esparza (1987) la eliminación de patógenos mediante el uso de agentes químicos como el cloro reduce su eficiencia en presencia de partículas causantes de turbiedad⁸ por ello el valor ideal de 0,1 UNT.

Mayoritariamente las plantas son diseñadas para la remoción de turbiedad e indirectamente dicha remoción física reduce la carga microbiológica. En algunos casos la remoción de color⁹ no recibe la atención adecuada por el proyectista, como sucedió en la 3^{ra} etapa de la ampliación del Acueducto Metropolitano y probablemente suceda con la 5^a Etapa. Los problemas de color en agua cruda genera eficiencias reducidas en coagulación, floculación, decantación y filtración.

En algunos casos la temperatura es un valor a considerar para el diseño, tanto por el efecto de la viscosidad, como por el crecimiento de algas¹⁰ así como la actividad bacteriana¹¹

Se aborda los contaminantes químicos desde un enfoque de impacto en la salud, siendo Inorgánicos (iones y metálicos y metales pesados) y los Orgánicos (degradables o no, pesticidas y bifenilos policlorados PCBs).

7 La única planta del area metropolitana que actualmente cumple debajo de este valor es la PP San Jerónimo y lo es bajo un contexto de agua superficial mayoritariamente clase 2 según el Decreto N° 33903-MINAE-S sumado a una infraestructura sobredimensionada para el caudal potabilizado.

8 La turbiedad genera mayor área superficial generando “techos o barreras” de protección para la oxidación del agente químico, en este caso el cloro.

9 Color orgánico por efecto de las sustancias húmicas y puede ser removido por coagulación en pH de xx a xx, Color Inorganico usualmente por Fe Y Mn y su remoción depende de la concentración y la metodología seleccionada.

10 Algunas algas como las verde-azuladas pueden dar olor en el agua.

11 A > Temperatura, actividad bacteriana acelera dificultando la adsorción del oxígeno que traducido en diseño implica disminución de la decantación.

Desde un punto de vista del agua como materia prima, en Perú los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) establece normas de calidad de agua que puedan ser tratadas por la planta potabilizadora (PP) así como lo que entrega, específicamente en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua (DS 002-2008-MINAM)¹² dichos estándares se enfocan en preservar la calidad del agua. En este país Suramericano el agua para consumo humano norma su calidad por El Reglamento Calidad del Agua (DS 031-2010-SA)¹³.

Indiferente del tipo de reglamento, es de observar que derivan de las Guías de la OMS (2004), se debe tener claro que los reglamentos de calidad, se hacen para llegar a un objetivo común, no para obstaculizar en este caso factores de diseño. Según se comprendió en las clases, los indicadores deben ser adecuados, por ejemplo *Pseudomonas aeruginosa* en algunos países se utiliza como indicador, aunque el sistema de transmisión es por contacto no por ingesta.

En el caso de las aguas superficiales según Allen&Edberg (1996) desde 1905¹⁴ ya se recomendaba utilizar de indicador *E. Coli* posteriormente A.P. Dafour (1977) propuso los coliformes fecales como indicador siendo sustituto del primero. Bien es sabido que las aguas superficiales están expuestas a patógenos como lo referencia Geldreich (1989) animales que excretan agentes patógenos. La importancia en el diseño de una PP implica conocer el contexto de estos agentes patógenos. Por ejemplo existe un grupo de agentes oportunistas que pueden causar la muerte en pacientes inmunosupresos, entre ellos esta la *Legionella*, *Pseudomonas aeruginosa*¹⁵, *Aeromonas*¹⁶ y *Mycobacterium. Burkholderia pseudomalle* ocasionando muerte abrupta como si fuera neumonía

La cepa *E. Coli* O157 no tiene tratamiento médico a la fecha, y ocasiona diarrea inmediata llevando hasta la muerte. *Helicobacter pylori* cáncer de estomago como es el caso de nuestro país según Miranda, Orozco, San Román, Durán, Vargas, Jiménez Peña, Rodríguez y Barrantes (1998)¹⁷ y mas recientemente Montero, Masís, López, Hernández, Barboza, Orozco, Camacho y García (2011)¹⁸.

12 Similiar al Reglamento para la Evaluación y Clasificación de la Calidad de Cuerpos de Agua Superficiales Decreto N° 33903-MINAE-S de Costa Rica pero sin la Metodología del Sistema Holandés.

13 Similar al 38924-S de Costa Rica siendo rescatabale que en Perú se considera tratamiento avanzado al suo de membranas.

14 Public Health Association, Standar Methodos for Water Analysis, Informe del Comité 1905.

15 Su trasmision es por contacto no por ingesta.

16 Aun en agua clorada se puede multiplicar, similar condición sucede con *Pseudomonas aeruginosa*

17 La relación de *Helicobacter pylori* con la displasia y el cáncergástrico en Costa Rica

18 Hallazgo de la bacteria *Helicobacter pylori* en agua de consumo humano y su relación con la incidencia

Como información adicional aclarada en el curso, en enero de 1991¹⁹ se detecto el primer brote de cólera en Chancay, Perú y desde ahí se difundido hacia toda América. Los profesionales que describen ese mal momento para el país, pues era en Lima donde estaba la sede Regional del CEPIS, lo cuál resulto una ironía profesional.

En el caso de los virus, el ambiente acuático es inferior comparado con las bacterias, aun así algunos pueden causar problemas en caso de permanecer en aguas de abastecimiento, entre ellos; el Rotavirus²⁰, Adenovirus²¹, Picornavirus²²

De todo el universo de parásitos, en el tema del agua para consumo humano lo que interesa son los enteroparásitos, en especial los que se alojan en el intestino y son transmitidos por el agua, las charlas del curso no profundiza en los que se alojan en tejidos. Es de rescatar que es un tema de actualidad, el Nobel de medicina 2015²³ lo confirma.

Los parásitos son principalmente de aguas superficiales, a profundidades mayores a 50m debido a su tamaño no puede percolar por el suelo, como si lo hacen bacterias y virus.

Entre estos enteroparásitos están los protozoarios *Giardia* y *ooquistes* de *Cryptosporidium*²⁴, la *Entamoeba histolytica*, y *Balantidium coli*. Así como los helmintos *Ascaris*, *Trichuris*, *Uncinarias*, *Strongyloides*, *T. Solium*, *T. Saginata*, *Hymenolepis nana*. El estudio posterior del caso de Milwauke en 1993, demostró que no se recomienda recircular agua de lavados en la PP.

Según lo anterior el diseño de una PP debe estar en capacidad de funcionar bajo condiciones adecuadas según la gama de contaminantes que afecta el agua superficial.

Si la planta es proyectada para ampliarse por etapas debe operar bien en cualquiera de las mismas, interpretándose que el mezclador hidráulico debe estar entre 700 y 1300 S⁻¹. De

de cáncer gástrico en Costa Rica

19 Se cree que la bacteria *Vibrio cholerae* ingreso a Perú procedente de un barco Chino, extendiéndose por todo el país y posteriormente por toda Latinoamérica producto de la convusa situación en la época de Sendero Luminoso, el cual se le denominaba así porque dentro de sus prácticas derribaba el tendido eléctrico y como la mayoría de plantas potabilizadoras en Perú de esa época eran plantas patentadas estas salían de operación, sumado a lo anterior la zona de la costa Peruana no llueve.

20 Afecta con severos cuadros de diarrea, en especial a infantes.

21 Causa infección conjuntiva, respiratorias e intestinales.

22 Incluye el virus de la hapatitis A llamada en la antigüedad como ictericia

23 The Nobel Prize in Physiology or Medicine 2015

24 Milwauke en 1993 se dio la afectación mas importante por *Cryptosporidium*, 400 mil casos en una poblacion de 1,6 millones. Se debio a deficiencias e potabilización. El problema es que se ocupa un CT de 7200 para inactivar los *ooquistes* (80 mg/l de cloro libre y cloraminas durante 90 min).

forma resumida la secuencia de cálculo para el diseño de una nueva planta potabilizadora comprende:

- Compilación de información de al menos 1 año (que abarque estiaje y creciente)
- Realización de gradientes de diseño por medio de la metodología Villegas&Letterman²⁵ o por el Procedimiento abreviado²⁶

La Institución, posee más de 30 sistemas de potabilización que utilizan los principios de diseño de la tecnología de filtración rápida o apropiada. En el caso de la Gran Área Metropolitana GAM, la Dirección de Plantas Potabilizadoras de la SubGerencia GAM, tiene a su cargo la gestión operativa de 19 sistemas de producción de agua potable, de los cuales 16 utilizan o están basados en los criterios técnicos de diseño de las plantas de filtración rápida o tecnología tipo CEPIS²⁷. De igual manera, ocurre con los Sistemas Periféricos²⁸, teniendo su más reciente en la Planta Potabilizadora de Buenos Aires, la cual fue construida en 2016.

A nivel de proyectos es bien conocido la elaboración del proyecto Orosi II, el cual considera no solamente un aumento en el caudal de agua potable abastecido a la GAM, sino también el desarrollo de la infraestructura de potabilización, almacenamiento y distribución necesarias.

El participar en esta actividad de formación técnica profesional, permite contar con mayores conocimientos y criterios técnicos sobre el diseño, evaluación y operación de las plantas potabilizadoras de filtración rápida, que al ser complementados con la experiencia laboral en el campo de la potabilización, permiten a los participantes contar con un mejor criterio de experto para proponer e implementar los requerimientos y necesidades operativas, tanto de los actuales sistemas de producción para su optimización y mantenimiento, como en futuros proyectos de potabilización.

25 Plantas pequeñas $Q < 100$ l/s utilizar gradientes 80, 60, 40 y 20 S^{-1} . Plantas medianas $100 > Q < 1000$ y plantas grandes utilizar gradientes de diseño 80, 70, 60, 50, 40, 30 y 20 S^{-1}

26 Este Procedimiento nace porque las gradientes no trabajan individual sino secuencial. Consiste en determinar los parámetros de floculación y Decantación al mismo tiempo.

27 Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria.

28 Sistemas fuera del Gran Área Metropolitana.

4.2 Agenda de la actividad

16 al 24 de octubre, Clases Magistrales, Laboratorio y Taller

25 de octubre, Visita técnica Planta Potabilizadora de Consorcio Azul

4.3 Desarrollo de la Agenda: Sesiones (Diarias)

Lunes 16 octubre

| | |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 08:00 - 08:30 | Inscripción |
| 08:30 - 08:45 | Inauguración |
| 08:45 - 10:45 | Contaminantes fisicoquímicos de las aguas superficiales y normas de calidad <i>Ing. Víctor Maldonado Y.</i> |
| 10:45 - 11:00 | Café |
| 11:00 - 12:00 | Contaminantes microbiológicos de las aguas – Bacteriología. <i>Blga. Carmen Vargas García</i> |
| 12:00 - 13:00 | Contaminantes microbiológicos de las aguas – Parasitología. <i>Blga. Margarita Aurazo</i> |
| 13:00 - 14:00 | Almuerzo |
| 14:00 - 18:00 | Laboratorio 1: Determinación de parámetros de dosificación <i>Ing. Víctor Maldonado</i> <i>Ing. Arturo Zapata</i> |

Martes 17 octubre

| | |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 08:30 - 10:30 | Teoría de la coagulación. <i>Ing. Víctor Maldonado</i> |
| 10:30 - 11:00 | Café |
| 11:00 - 13:00 | Teoría de mezcla rápida y floculación. <i>Ing. Lidia Cánepa de Vargas</i> |
| 13:00 - 14:00 | Almuerzo |
| 14:00 – 15:30 | Teoría de decantación y tipo de unidades. <i>Ing. Víctor Maldonado</i> |
| 15:30 – 17:30 | Laboratorio 2: Determinación de parámetros de floculación – decantación, filtración directa. <i>Ing. Víctor Maldonado</i> <i>Ing. Arturo Zapata.</i> |

Miércoles 18 octubre

| | |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 08:30 - 10:30 | Teoría de filtración y tipo de unidades. <i>Ing. Víctor Maldonado.</i> |
| 10:30 - 11:00 | Café |
| 11:00 - 13:00 | Tipos de plantas y criterios de selección. <i>Ing. Lidia Cánepa de Vargas</i> |
| 13:00 - 14:00 | Almuerzo |
| 14:00 - 15:30 | Criterios de diseño para mezcladores hidráulicos. <i>Ing. Víctor Maldonado.</i> |
| 15:30 - 16:00 | Café |
| 16:00 - 17:30 | Laboratorio N°3. Ensayo demanda de cloro. <i>Blga. Carmen Barzola</i> |

Jueves 19 octubre

- 08:30 - 10:30 Criterios de diseño para floculadores hidráulicos.
Ing. Lidia Cánepa de Vargas
- 10:30 - 11:00 Café
- 11:00 - 13:00 Criterios de diseño para decantadores laminares.
Ing. Lidia Cánepa de Vargas.
- 13:00 - 14:00 Almuerzo
- 14:00 - 16:00 Teoría de la desinfección.
Ing. Víctor Maldonado.
- 16:00 - 16:30 Café
- 16:30 - 18:00 Criterios de diseño para unidades y equipos de dosificación de sustancias químicas
Ing. Víctor Maldonado

Viernes 20 octubre

- 08:30 - 10:30 Diseño de baterías de filtros de tasa declinante y lavado mutuo.
Ing. Lidia Cánepa de Vargas.
- 10:30 - 11:00 Café
- 11:00 - 13:00 Criterios para la puesta en marcha y operación normal de la planta.
Ing. Lidia Cánepa de Vargas
- 13:00 - 14:00 Almuerzo
- 14:00 - 15:30 Criterios de diseño para casetas de cloración.
Ing. Víctor Maldonado.
- 15:30 - 16:00 Café
- 16:00 - 17:00 Manejo de lodos en las PFR.
Ing. Víctor Maldonado.

Lunes 23 octubre

- 08:30 - 13:00 **Taller de diseño:** Desarrollo del anteproyecto de una planta de filtración rápida completa.
Ing. Lidia Cánepa de Vargas
- 13:00 - 14:00 Almuerzo
- 14:00 - 16:30 Continúa **Taller de Diseño:** Desarrollo del anteproyecto de una planta de filtración rápida completa.
Ing. Víctor Maldonado.

Martes 24 octubre

- 08:30 - 13:00 Continúa **Taller de Diseño:** Desarrollo del anteproyecto de una planta de filtración rápida completa
Ing. Lidia Cánepa de Vargas
- 13:00 - 13:30 Clausura

Miércoles 25 octubre

- 08:30 - 12:00 **Visita técnica:** Planta de tratamiento de Agua del Consorcio Agua Azul. Planta de Tecnología Apropiada de 2,5 m³/s de capacidad.
Ing. Víctor Maldonado.

4.4 Visitas realizadas

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE CONSORCIO AZUL

Como parte de la actividad de capacitación, se realizó la visita a la **Planta Potabilizadora de Consorcio Azul**²⁹, la cual tiene una capacidad de operación de 2.5 m³/s, pero tiene la particularidad de que solamente opera durante seis meses al año; diciembre a mayo. Esta planta toma las aguas del Río Chillón durante estos meses. En la temporada de verano la planta sale de operación, ya que el caudal de estiaje del río no abastece el caudal necesario de la planta³⁰, siendo el campo de pozos de 28 pozos con una capacidad cercana de 1021 l/s. La compañía Consorcio Azul entrega el agua al Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima (SEDAPAL) para que distribuya el agua al cono norte de la Ciudad de Lima.

La planta es de tecnología CEPIS de filtración rápida, que inicia con una estructura de descarga donde llega una tubería de 1400 mm en ella se transporta el agua cruda pre sedimentada desde la bocatoma sobre el río Chillón.

En la cámara de llegada se distribuye el agua muy uniforme por seis canaletas tipo Parshall donde se le inyecta el sulfato de aluminio y sulfato férrico para posteriormente iniciar la floculación de forma vertical con un tiempo de retención de 18 minutos y posteriormente pasar a decantación.

En esta estructura se decanta los sólidos del agua por efecto gravitacional, posteriormente el agua decantada se transporta hacia la batería de filtros. En esta etapa, por medio de un canal se distribuye el agua a una batería de 16 filtros. Son filtros de medio único, flujo descendente, retrolavado mutuo y tasa declinante, en ellos se remueve la mayor cantidad de partículas las partículas que la decantación no pudo retener, luego el agua es conducida al tanque de almacenamiento de 14.000 m³ en el cual se procede con la desinfección por un período de contacto suficiente para propiciar el adecuado residual.

Finalmente el agua es enviada por las tuberías de distribución hacia los puntos de interconexión a la red.

²⁹ Sociedad integrada por las empresas ACEA, IMPREGILO y COSAPI

³⁰ El convenio establece el aprovechamiento de agua para la planta cuando caudal del río supera los 3 m³/s

El objetivo de la visita fue conocer la distribución básica de una planta de tecnología apropiada. La planta esta compuesta de las siguientes estructuras:

1. Obra de captación de un canal de riego
2. Lagunas estabilizadoras-desarenador
3. Cámara de ingreso y seis Canaletas Parshall
4. Floculadores 6 hidráulicos verticales
5. Decantadores 6 laminares
6. Batería de 16 filtros rápidos
7. Estación de desinfección
8. Tanque de almacenamiento
9. Sistema de tratamiento y secado de lodos (lagunaje)

y, se dosifican los siguientes insumos químicos

1. Sulfato de aluminio líquido: agente coagulante
2. Sulfato de hierro; agente coagulante
3. Polímero: coadyudante de la coagulación
4. Ácido sulfhídrico; como control de pH
5. Cloro: desinfección

CONCLUSIONES

La modalidad de los cursos impartidos en Lima tienen la dual función de generar mayor conocimiento para expertos que se dedican al diseño, a la vez de evaluar³¹ el conocimiento repartido por los diversos rincones de Latinoamérica. Pese a las palabras descritas en los libros del Ing. Arboleda donde el área de la potabilización existe un campo de trabajo vasto y abierto a toda clase de ideas originales, aun existe varios vacíos por desconocimiento.

No se debe interpretar que llevando este curso, se puede adjudicar como experto diseñador al participante, lo anterior porque la modalidad del curso es para profesionales que ya laboran en el campo.

Se percibe que varios de los asistentes al curso no dominan mucha de la teoría así como la práctica. La modalidad de estos cursos son tipo tutoría de UNED³² y pese a tener una dinámica de un facilitador principal, siempre queda la posibilidad de evacuar dudas técnicas³³

Actualmente existe vasta experiencia e investigación en modelos mas funcionales y adecuados para Latinoamérica. Estos modelos son las Plantas Potabilizadoras de tecnología apropiada (comúnmente llamadas CEPIS), al menos en Costa Rica, esta es la tecnología imperante, pero no parece existir un adecuado portafolio de evaluaciones de funcionamiento sobre dichas instalaciones, incluso en las plantas nuevas o las modificadas.

En palabras de la Ingeniera Lidia de Vargas el problema es que se cometen errores de cálculo a la hora de diseñar los sistemas y al final quién termina desprestigiada es la tecnología.

31 Segun palabras de la Inga. Doña Lidia debido a la campaña de desprestigio que inicio Degremont contra la tecnología CEPIS cuando en realidad el problema no era la tecnología sino por malos proyectistas.

32 Universidad Estatal a Distancia de Costa Rica. Por la modalidad de dicho centro de estudio, hay una analogía sobre la modalidad de las tutorías llamado “estudiante pescador”, es aquel que llega a tutoría no a evacuar dudas para incrementar su conocimiento de lo ya estudiado previamente sino que llega a ver que “atrapa”.

33 En ocasiones en vez de dudas se producen preguntas para solucionar problemas individuales, condicion que a los facilitadores del curso no les agrada.

RECOMENDACIONES

Para obtener información clave en el diseño es de especial importancia el diagnóstico previo, es decir dependiendo de la calidad de esta información primaria, el diseño puede quedar o no adecuado para los requerimientos del futuro sistema de potabilización.

Los proyectistas que se dedican al diseño de PP deberían ser acreditados o evaluados por algún organismo regional.

Es vital generar investigación a nivel académico en el área específica de la ingeniería sanitaria, similar al empuje realizado por el desaparecido CEPIS (1968 – 2005).

La institución debería generar un portafolio de consulta pública de los sistemas de potabilización, con sus ventajas y desventajas, así como sus necesarias oportunidades de mejora, lo anterior con la finalidad de suprimir empresas y entidades financieras que hacen fortuna con la desinformación existente en temas de potabilización a nivel de país.

TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTOS ADQUIRIDOS

Los conocimientos técnicos sobre el diseño de plantas potabilizadoras de tecnología apropiada serán compartidos con otros funcionarios de la Institución a través de:

7.1 Escuela Técnicos en Potabilización

Parte del flujo de conocimientos adquiridos será intercambiado con las constantes capacitaciones efectuadas en la escuela de técnicos. Como parte de las actividades permanentes de capacitación para los funcionarios responsables de la operación de las Plantas Potabilizadoras, se incluirá aquella información que resulte relevante para un mejor entendimiento de la tecnología apropiada CEPIS.

7.2 Taller Evaluación de Plantas Potabilizadoras

Se estará impartiendo un Taller sobre las metodologías de diseño de las plantas potabilizadoras, dirigido especialmente a personal proyectista y operativo responsable de estos sistemas de potabilización en fecha que la administración superior indique.