



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**  
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**TRABAJO DE TITULACIÓN**  
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:  
**INGENIERO CIVIL**

**NÚCLEO ESTRUCTURANTE:**  
SANITARIA DE INGENIERÍA

**TEMA**  
ANÁLISIS DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO PARA SUMINISTRO DE LAS  
DISTINTAS ÁREAS HOSPITALARIAS.

**AUTOR**  
VERA PINCAY CARLOS EMANUEL

**TUTOR**  
ING. JULIO JOFRRE BARZOLA MONTESES, MSc

**AÑO**  
2017 – 2018  
GUAYAQUIL – ECUADOR

## DECLARACIÓN EXPRESA

**Art. XI del reglamento interno de graduación de la Facultad de Ciencias  
Matemáticas Y Físicas de la Universidad de Guayaquil.**

La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestas en este trabajo de titulación, corresponden exclusivamente al autor, y el patrimonio intelectual de la universidad de Guayaquil.

---

VERA PINCAY CARLOS EMANUEL

C.I: 1207518729

**TRIBUNAL DE GRADUACIÓN**

---

**Ing. Eduardo Santos Baquerizo. Msc**

**DECANO**

---

**Ing. Chalen Medina Judith Aracely, M.sc**

**TUTOR REVISOR**

---

**Ing. \_\_\_\_\_, Msc**

**Examinador**



Universidad de Guayaquil  
Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas  
Escuela de Ingeniería Civil

UNIDAD DE TITULACION  
Telf: 2283348

ANEXO 4

Guayaquil, jueves 01 marzo 2018

Sr.  
Ing. Carlos Mora Cabrera, MSc.  
DIRECTOR DE CARRERA – INGENIERIA CIVIL  
Ciudad.-

De mis consideraciones:

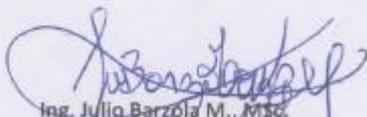
Envío a usted el Informe correspondiente a la tutoría realizada al Trabajo de Titulación: ANÁLISIS DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA PARA SUMINISTRO DE LAS DISTINTAS ÁREAS HOSPITALARIAS, del estudiante **CARLOS EMANUEL VERA PINCAY**, periodo académico 2017 – 2018, Ciclo II, núcleo estructurante: **SANITARIA**, indicando que ha cumplido con todos los parámetros establecidos en la normativa vigente:

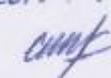
- El trabajo es el resultado de una investigación.
- El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.
- El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.
- El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

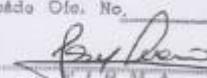
Adicionalmente, se adjunta el certificado de porcentaje de similitud.

Dando por concluida esta tutoría de trabajo de titulación, **CERTIFICO**, para los fines pertinentes, que el estudiante **CARLOS EMANUEL VERA PINCAY** está apto para continuar con el proceso final por los docentes revisores.

Atentamente,

  
Ing. Julio Barzola M., MSc.  
TUTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN  
C. I. 0919369009

FACULTAD DE CIEN...  
DIRECCION DE CA...  
Fecha: 02-03-2018: 9:45  


Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas  
OPD. RECIBIDO 02/03/18  
HORA: 9:10:11  
Certificado Dto. No.  
  
FIRMA



Universidad de Guayaquil  
Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas  
Escuela de Ingeniería Civil

UNIDAD DE TITULACION  
Telf: 2283348

ANEXO 6

## CERTIFICADO PORCENTAJE DE SIMILITUD

Yo, Julio Barzola Monteses, habiendo sido nombrado tutor del trabajo de titulación **CERTIFICO** que el presente trabajo de titulación ha sido elaborado durante el periodo académico 2017 – 2018, Ciclo I, núcleo estructurante: **SANITARIA**, por el alumno **CARLOS EMANUEL VERA PINCAY, C.C. 1207518729**, con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de Ingeniero Civil.

Se informa que el trabajo de titulación: **ANÁLISIS DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA PARA SUMINISTRO DE LAS DISTINTAS ÁREAS HOSPITALARIAS** ha sido orientado durante todo el periodo de ejecución en el programa antiplagio URKUND quedando el **7 %** de coincidencia.

Atentamente,

Ing. Julio Barzola M., MSc.  
TUTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN  
C. I. 0919369009

Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas

OFICINA DE RECIBIDO 02/03/18

HORA: 10:14

Certificado No. \_\_\_\_\_

*Julio Barzola*  
FIRMA

FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS  
DIRECCIÓN DE CARRERAS DE INGENIERÍA  
Fecha: \_\_\_\_\_

Lista de fuentes Bloques

---

Documento [evera\\_3.pdf](#) (D35280504)  
Presentado 2018-02-02 22:16 (-05:00)  
Presentado por jjbarzol@espoL.edu.ec  
Recibido julio.barzolam.ug@analysis.urkund.com  
Mensaje Trabajo de titulación evera [Mostrar el mensaje completo](#)  
7% de estas 30 páginas, se componen de texto presente en 8 fuentes.

---

81%

1 Advertencias. Reiniciar

Exportar Compartir

Clasificación de los productos pirogénicos derivados de bacterias gramnegativas atendiendo a su origen y peso molecular • Tabla 2.

..... 3 1.6.2. Objetivos específicos:  
..... 3 1.7. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA  
..... 4 CAPITULO II  
..... 5  
V ANÁLISIS DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:  
EQUIPOS, PRODUCTOS Y ACCESORIOS  
MODERNOS  
..... 5 2.1. DISEÑO DE UN SISTEMA DE  
TRATAMIENTO DE AGUA PARA DIÁLISIS  
..... 5 2.2. SALA DE TRATAMIENTO  
DE AGUA  
8 2.3. PARÁMETROS PARA EL ÁREA DE UNA  
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE  
(PTAP)  
..... 8 2.4.  
CONTAMINANTES HARMICIALES EN EL AGUA  
..... 9 2.4.1.  
Intoxicación por contaminantes químicos del  
agua. .... 9 2.5.  
CONTAMINANTES DEL AGUA  
..... 10 2.6. CONTROLES ANALÍTICOS DE LA  
CALIDAD DE AGUA  
..... 11 2.7.  
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE ACCESORIOS  
Y EQUIPOS MODERNOS ..... 12 2.7.1.  
Sistema eléctrico



Universidad de Guayaquil  
Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas  
Escuela de Ingeniería Civil

ANEXO 11

UNIDAD DE TITULACION  
Telf: 2283348

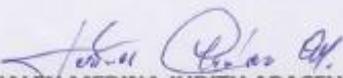
---

Guayaquil, 01 de Marzo del 2018

### CERTIFICADO DEL TUTOR REVISOR

Yo, Ing. CHALEN MEDINA JUDITH ARACELY, M. Sc, habiendo sido nombrado tutor del trabajo de titulación 'ANÁLISIS DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO PARA SUMINISTRO DE LAS DISTINTAS ÁREAS HOSPITALARIAS.' certifico que el presente, elaborado por el estudiante VERA PINCAY CARLOS EMANUEL, con C.I. N. 120751872-9 del núcleo estructurante SANITARIA, con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de INGENIERO CIVIL, en la Carrera de Ingeniería Civil, ha sido REVISADO Y APROVADO en todas sus partes, encontrándose apto para su sustentación.

Atentamente,

  
Ing. CHALEN MEDINA JUDITH ARACELY, M. Sc  
DOCENTE TUTOR REVISOR



Universidad de Guayaquil  
Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas  
Escuela de Ingeniería Civil

ANEXO 12

UNIDAD DE TITULACION  
Telf: 2283348

Guayaquil, 01 de Marzo del 2018

### LICENCIA GRATUITA INTRANSFERIBLE Y NO EXCLUSIVA PARA EL USO NO COMERCIAL DE LA OBRA CON FINES NO ACADÉMICOS

Yo, VERA PINCAY CARLOS EMANUEL con C.I. N. 120751872-9 certifico que los comentarios desarrollados en este trabajo de titulación, cuyo título es 'ANÁLISIS DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO PARA SUMINISTRO DE LAS DISTINTAS ÁREAS HOSPITALARIAS.' Son de mi absoluta propiedad y responsabilidad y según el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN, autorizo el uso de una licencia gratuita intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la presente obra con fines no académicos, en favor de la Universidad de Guayaquil, para que haga el uso del mismo, como fuera pertinente.

Atentamente,

Sr. VERA PINCAY CARLOS EMANUEL  
C.I. N. 120751872-9

CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN (Registro Oficial N. 899-Dic./2016) Artículo 114.- De los titulares de derechos de obras creadas en las instituciones de educación superior y centros educativos - En el caso de las obras creadas en centros educativos, universidades, escuelas politécnicas, institutos superiores técnicos, tecnológicos, pedagógicos, de artes y los conservatorios superiores, e institutos públicos de investigación como resultado de su actividad académica o de investigación tales como trabajos de titulación, proyectos de investigación o innovación, artículos académicos, u otros análogos, sin perjuicio de que pueda existir relación de dependencia, la titularidad de los derechos patrimoniales corresponderá a los autores. Sin embargo, el establecimiento tendrá una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra con fines académicos.

## ÍNDICE GENERAL

|  |       |
|--|-------|
| ÍNDICE GENERAL .....                         | IX    |
| A) ÍNDICE DE TABLAS .....                    | XIII  |
| B) ÍNDICE DE FIGURAS.....                    | XIV   |
| C) ÍNDICE DE ANEXOS .....                    | XV    |
| D) DEFINICIÓN.....                           | XVI   |
| E) RESUMEN .....                             | XVIII |
| F) ABSTRACT.....                             | XIX   |
| G) INTRODUCCIÓN .....                        | XX    |
| CAPÍTULO I .....                             | 1     |
| EL PROBLEMA.....                             | 1     |
| 1.1.    PLANTEAMIENTO DEL TEMA.....          | 1     |
| 1.2.    DELIMITACIÓN GEOGRÁFICA .....        | 1     |
| 1.3.    CONTEXTO DE LA INVESTIGACIÓN .....   | 2     |
| 1.4.    METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN..... | 2     |
| 1.5.    DELIMITACIÓN DEL TEMA .....          | 3     |
| 1.5.1. Delimitación temporal .....           | 3     |
| 1.5.2. Delimitación espacial.....            | 3     |
| 1.6.    OBJETIVOS DEL ESTUDIO.....           | 3     |
| 1.6.1. Objetivo general:.....                | 3     |
| 1.6.2. Objetivos específicos: .....          | 3     |
| 1.7.    JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA .....     | 4     |
| CAPITULO II.....                             | 5     |

## ANÁLISIS DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS: EQUIPOS, PRODUCTOS Y

|  |    |
|--|----|
| ACCESORIOS MODERNOS .....  | 5  |
| 2.1. DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA PARA DIÁLISIS.....                      | 5  |
| 2.2. SALA DE TRATAMIENTO DE AGUA .....   | 8  |
| 2.3. PARÁMETROS PARA EL ÁREA DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE<br>(PTAP)..... | 8  |
| 2.4. CONTAMINANTES HABITUALES EL AGUA .....  | 9  |
| 2.4.1. Intoxicación por contaminantes químicos del agua. ....                            | 9  |
| 2.5. CONTAMINANTES DEL AGUA.....   | 10 |
| 2.6. CONTROLES ANALÍTICOS DE LA CALIDAD DE AGUA .....                                    | 11 |
| 2.7. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE ACCESORIOS Y EQUIPOS MODERNOS .....                    | 12 |
| 2.7.1. Sistema eléctrico .....   | 12 |
| 2.7.1.1. Especificaciones para tablero de acero inoxidable .....                         | 13 |
| 2.7.1.2. Elementos.....  | 15 |
| 2.7.1.3. Desarrollo del sistema automático .....   | 19 |
| 2.7.2. Pre-tratamiento.....  | 21 |
| 2.7.2.1. Tanque de reserva de agua de aporte .....                                       | 22 |
| 2.7.2.2. Presurización del sistema (bomba) .....   | 23 |
| 2.7.3. Filtros de lecho.....   | 24 |
| 2.7.4. Filtros de medios filtrantes.....   | 25 |
| 2.7.4.1. Filtros de lecho carbón.....  | 29 |
| 2.7.4.2. Filtros de lecho ablandador (descalcificador).....                              | 30 |
| 2.7.5. Ósmosis inversa .....   | 31 |
| 2.7.5.1. Accesorios eléctricos de la ósmosis inversa .....                               | 33 |
| 2.7.5.2. Tanques de almacenamiento de agua tratada.....                                  | 34 |

|  |    |
|--|----|
| 2.7.5.3. Sistema de distribución (cañerías) .....                                      | 34 |
| CAPITULO III.....  | 35 |
| MÉTODOS DE TRATAMIENTOS DE AGUA.....   | 35 |
| 3.1. PRE-TRATAMIENTO; FILTROS DE SEDIMENTACIÓN .....                                   | 36 |
| 3.2. PRE-TRATAMIENTO: DECLARACIÓN/FILTRO DE CARBÓN ACTIVADO .....                      | 37 |
| 3.3. PRE-TRATAMIENTO: DESCALCIFICADOR/ABLANDADOR .....                                 | 38 |
| CAPITULO IV.....   | 39 |
| VALIDACIÓN DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE.....                           | 39 |
| 4.1. NORMATIVAS VIGENTES PARA AGUA EN ZONAS HOSPITALARIA .....                         | 39 |
| 4.1.1. Exámenes de control según Normas AAMI .....                                     | 40 |
| 4.2. MÉTODOS DE PREVENCIÓN Y CORRECCIÓN.....   | 43 |
| 4.2.1. Métodos de prevención y corrección para el sistema de tratamiento de agua. .... | 44 |
| 4.2.2. Métodos de corrección para los concentrados de diálisis. ....                   | 45 |
| 4.3. VALIDACIÓN DE UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE AGUA PARA HOSPITALES.....               | 46 |
| 4.3.1. Procesos de validación.....   | 47 |
| 4.3.1.1. Clasificación de la instalación (CI).....                                     | 47 |
| 4.3.1.2. Clasificación operacional (CO).....   | 47 |
| 4.3.1.3. Calificación del desempeño (CD).....  | 48 |
| 4.4. REVALIDACIÓN.....   | 49 |
| 4.5. GESTIÓN DE CALIDAD DEL LÍQUIDO DE DIÁLISIS .....                                  | 49 |
| 4.6. OBTENCIÓN Y PROCESAMIENTO DE MUESTRAS PARA ESTUDIO DE LÍQUIDO.....                | 50 |
| 4.6.1. Metodología de toma de muestras de agua tratada, estudio microbiológico. ....   | 51 |
| 4.6.2. Metodología de toma de muestra de agua tratada para análisis fisicoquímico....  | 53 |
| 4.7. CONTROL ANUAL/MANTENIMIENTO DEL POZO.....   | 54 |

|  |    |
|--|----|
| CAPITULO V.....  | 55 |
| PROPUESTA DE DISPOSITIVOS PARA REPOTENCIAR UNA PLANTA DE<br>TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE..... | 55 |
| 5.1.    TRATAMIENTO DE DOBLE ÓSMOSIS INVERSA .....   | 55 |
| 5.2.    SISTEMA DE DOBLE OSMOSIS INVERSA DE PASO DOBLE. ....                                 | 56 |
| 5.2.1. Sistema de osmosis inversa de doble paso on line.....                                 | 56 |
| 5.2.2. (Liquido de diálisis) diasafe.....  | 57 |
| CAPITULO VI.....   | 59 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....   | 59 |
| 6.1.    CONCLUSIONES.....  | 59 |
| 6.2.    RECOMENDACIONES .....  | 59 |
| ANEXOS .....   | 61 |
| BIBLIOGRAFÍA .....   | 74 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| Tabla # 1 Contaminación biológicos .....  | 9  |
| Tabla # 2 Contaminación por metales presentes en el agua .....  | 10 |
| Tabla # 3 Clasificación de los productos piro-genéticos derivados de bacterias gramnegativos<br>atendiendo a su origen y peso molecular. .... | 11 |
| Tabla # 4 Control de agua.....  | 11 |
| Tabla # 5 Control de agua.....  | 12 |
| Tabla # 6 Catálogo de gabinetes eléctricos inoxidable estándar .....  | 14 |
| Tabla # 7 Cronograma automático del funcionamiento de bombas .....  | 19 |
| Tabla # 8 Cronograma automático del funcionamiento de bombas .....  | 21 |
| Tabla # 9 Normas de calidad de agua para Zonas hospitalarias .....  | 39 |
| Tabla # 10 Estándares microbiológicos para agua y líquido de Diálisis (mezcla) .....  | 40 |
| Tabla # 11 Normas AAMI.....   | 40 |
| Tabla # 12 CONTROLES DEL PRETRATAMIENTO.....  | 44 |
| Tabla # 13 Controles del tratamiento y circuito de agua de diálisis .....   | 44 |
| Tabla # 14 Controles de procesos .....  | 45 |
| Tabla # 15 Parámetros del sistema.....  | 45 |
| Tabla # 16 Evolución de los parámetros bioquímicos tras el cambio de HD o HDF<br>convencional a HDF en línea.....                             | 57 |
| Tabla # 17 Porcentajes de Remoción de sólidos según proceso de Osmosis Inversa.....   | 58 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura # 1 Ubicación del área de estudio .....           | 1  |
| Figura # 2 Planta de tratamiento de agua potable .....   | 8  |
| Figura # 3 Gabinete de acero inoxidable .....            | 12 |
| Figura # 4 Módulo lógico universal.....                  | 15 |
| Figura # 5 Contactor eléctrico.....                      | 16 |
| Figura # 6 Guardamotor eléctrico .....                   | 16 |
| Figura # 7 Bomba Sumergible .....                        | 17 |
| Figura # 8 Supervisor de Fases .....                     | 18 |
| Figura # 9 Relé de Nivel .....                           | 18 |
| Figura # 10 Interruptor automático .....                 | 19 |
| Figura # 11 Circuito de funcionamiento de bombas.....    | 20 |
| Figura # 12 Medios filtrantes .....                      | 22 |
| Figura # 13 Tanques de reserva .....                     | 23 |
| Figura # 14 Tanque de presurización.....                 | 24 |
| Figura # 15 Filtro de Sedimentación.....                 | 24 |
| Figura # 16 Ciclos De Funcionamiento De Filtración ..... | 25 |
| Figura # 17 Filtración De Agua .....                     | 27 |
| Figura # 18 Filtro de carbón activado .....              | 29 |
| Figura # 19 Filtro Ablandador .....                      | 31 |
| Figura # 20 Ósmosis Inversa.....                         | 32 |
| Figura # 21 Ósmosis Inversa.....                         | 32 |
| Figura # 22 Almacenamiento de agua .....                 | 34 |
| Figura # 23 Planta de tratamiento de agua.....           | 35 |
| Figura # 24 Sistema de bombeo principal.....             | 36 |

|   |    |
|---|----|
| Figura # 25 Proceso de filtrado .....   | 37 |
| Figura # 26 Filtro Ablandador .....     | 38 |
| Figura # 27 Filtro Ablandador .....     | 55 |
| Figura # 28 Ósmosis inversa Doble ..... | 56 |

## ÍNDICE DE ANEXOS

|  |    |
|--|----|
| Anexos # 1 Manómetros de presión en tuberías .....           | 62 |
| Anexos # 2 Distribución de agua a diferentes áreas .....     | 62 |
| Anexos # 3 Ósmosis inversa ultra-filtro .....                | 63 |
| Anexos # 4 Tanque de almacenamiento y despresurizador .....  | 63 |
| Anexos # 5 Tanque de Agua pura y Ósmosis inversa .....       | 64 |
| Anexos # 6 Sistema de filtración .....                       | 64 |
| Anexos # 7 Ósmosis inversa Mando.....                        | 65 |
| Anexos # 8 Sistema de tratamiento de agua .....              | 65 |
| Anexos # 9 Tanque de descalsificación de salmuera .....      | 66 |
| Anexos # 10 Tanque de almacenamiento y Ósmosis inversa ..... | 66 |
| Anexos # 11 Análisis de agua Agosto .....                    | 67 |
| Anexos # 12 Análisis de agua Agosto .....                    | 68 |
| Anexos # 13 Análisis de agua Agosto .....                    | 68 |
| Anexos # 14 Análisis de agua Junio .....                     | 69 |
| Anexos # 15 Análisis de agua Junio .....                     | 70 |
| Anexos # 16 Análisis de agua de red .....                    | 71 |
| Anexos # 17 Análisis de agua de 1 Ósmosis .....              | 72 |
| Anexos # 18 Análisis de agua de 2 Ósmosis .....              | 73 |

## DEFINICIÓN

- **Agua acida:** cuando el pH es inferior a 7
- **Agua blanda:** cualquier agua que no contiene grandes concentraciones de los minerales disueltos, calcio o magnesio.
- **Agua de aporte o bruta:** agua a tratar que puede provenir de una red, cisternas, pozo o camiones.
- **Agua dulce:** el agua que contiene menos de 1 mg/l de sólidos disueltos de cualquier tipo.
- **Agua dura:** el agua que contiene un gran número de iones positivos. La dureza se determina por el número de átomos de calcio y magnesio presentes. El jabón normalmente se disuelve mal en el agua dura.
- **Anión:** un sitio en la electrolisis donde el metal entra en solución como un catión dejando atrás un equivalente de electrones para ser transferido a un electrodo opuesto, llamado cátodo.
- **Agua pesada:** el agua en la que todos los átomos de hidrógeno han sido sustituidos por deuterio.
- **Agua pre-tratada:** es el agua que ha sido sometida a todos los procesos previos a la Osmosis Inversa (OI).
- **Agua pura o purificada:** el recuento bacteriano del agua purificada debe ser inferior de 100UFC/ml, y el de endotoxinas menor de 0.25 UE/ml. Debe tener una conductividad máxima de 4.3  $\mu\text{S}/\text{cm}$  a 20°C. No necesariamente debe ser estériles y exentos de pirógenos.
- **Agua salobre:** el agua que no es ni cae en la categoría de agua salada, ni en la categoría de agua dulce. Se mantiene en medio entre cualquiera de una de las categorías.

- **Agua ultra pura:** Un contenido bacteriano de menos de 10UFC/100ml, una Conductividad máxima es 1,1  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ; el carbón orgánico total máximo es de 0.5 mg/l; nitratos máximos 0.2 ppm y menos de 0.03 UE/ml.
- **Calcio hipoclorito:** un producto químico que se utiliza ampliamente para la desinfección del agua, por ejemplo en piscinas de purificación de agua. Es especialmente útil porque es un polvo seco estable y se puede hacer en forma comprimida.
- **Catión:** un ion cargado positivamente, lo que resulta de la disociación de la molécula de solución.
- **dL:** decilitro se usa como parámetro de medición de la glucosa.
- **LAL:** lisado de amibocitos de *Límulus*.
- **Líquido de Diálisis (LD):** es una solución formada por una mezcla de agua y concentrado de diálisis en una proporción de 34/1, puesta en contacto con la sangre del paciente, a través de una membrana semipermeable, en cada sesión de (HD).
- **mEq:** Indica la mili-equivalente parte de sustancia por litro.
- **Pg:** El pico-gramo: es una unidad de masa del Sistema Internacional de Unidades (SI), equivalente a la billonésima parte de un gramo.
- **PTH:** La forma más precisa y definitiva para el diagnóstico de hiperparatiroidismo
- **UFC: unidades** formadoras de colonias. La farmacopea Europea especifica  $< 0.5$  UI/ml de ET en los concentrados para diálisis.
- **PTAP:** planta de tratamiento de agua potable.

(PURE AQUA, 2018).

## RESUMEN

Los sistemas de tratamiento de agua potable por lo general llevan un proceso estándar de purificación, estos son evaluados por parámetros establecidos al nivel internacional aunque otras a nivel nacional, mientras más delicado sea el uso que se le vaya a dar al agua más estrictas son las normas establecidas.

El uso más delicado que puede tener el agua, es cuando esta suministra las áreas de un hospital; pues puede ser usada como un complemento de medicina, fármacos o soluciones que van a introducirse al cuerpo humano o también son usadas como desinfectante de equipos de esterilización utilizados en quirófanos.

Para que el agua cumpla sus funciones en diferentes áreas, debe ser tratada. Nosotros utilizamos el método estándar de ósmosis inversa para hacer la purificación y cumplir los estándares de normas vigentes pero implementamos también una segunda ósmosis inversa al sistema tradicional para repotenciar su rendimiento y forma purificación el agua.

Con una ósmosis es suficiente para el tratamiento, más a la medida tan desesperadas que evolucionan las enfermedades en pronto tiempo se necesitara de un sistema doble de ósmosis, algunos países ya lo tienen, otros están en procesos de investigación y otros aún están con el sistema tradicional estándar de una sola ósmosis pues, el nivel de calidad del agua para su consumo es alto y deja poco sustancias para eliminar en el agua.

**ABSTRACT**

Drinking water treatment systems by generating it carried a standard purification process, these are evaluated by the parameters set at the international level although others nationally, while more delicate is the use that is fence you give water more strict are the rules laid down.

The more delicate use that may have water, is when this provides areas of a hospital; because it can be used as a complement to medicine, drugs or solutions which will be introduced into the human body or are also used how disinfectant for sterilization equipment used in operating rooms.

To allow water to accomplish its functions in different areas, it should be treated. We used the standard method of reverse osmosis to make the purification and meet the standards of regulations but also implement a second ro to the traditional system to upgrade its performance and form water purification .

With an osmosis is sufficient to treat, more tailored so desperate that evolve disease in quick time is needed a system double osmosis, some countries already have it, others are in research processes and others are still with the traditional standard system of a single osmosis because the level of quality of water for consumption is high and leaves little substances to remove in the water.

## INTRODUCCIÓN

El agua es un líquido vital usado en distintas áreas de la sociedad tales como: industriales, textiles, riego, ganaderas, consumo, etc., y para el uso del líquido en las distintas áreas, existen métodos, parámetros y especificaciones de calidad de agua que mediante los procesos de tratamiento llegan a ser aptas para su disposición.

Pese a que el agua para las zonas hospitalarias como: diálisis, laboratorio, o esterilización, es captada de la red de distribución y almacenamiento del municipio esta es de tipo 4 o 5 la cual no es apta y necesita un tratamiento para llevarla a un grado de pureza de nivel 1, 2 o 3 según el área que se requiera.

En este trabajo deseamos implementar una mejora en los sistemas de purificación de agua para las zonas hospitalarias aplicando doblemente la osmosis inversa. El proceso unitario de osmosis inversa es un proceso estándar normalmente usado en esta área, más al repotenciarlo al doble de su capacidad el rendimiento aumentaría en un gran porcentaje considerable, para aplicar el doble proceso de osmosis, debemos conocer las características de los distintos equipos modernos, pues se desea ejecutar el funcionamiento de una manera automática, también consideraremos el método de tratamiento usado, para corregir el sistema planeado y al final encontramos la validación del proceso de tratamiento de agua para el respectivo mantenimiento de la planta.

Cada planta de tratamiento del agua está en función del tipo de agua que se esté captando y según el resultado final que se le desee dar para su uso. Esto diferenciales hace que varíe los procesos de tratamiento, desde su área técnica hasta económico, en los análisis de estos parámetros o puntos de vista se determinará la eficiencia y rentabilidad de cada proceso para llevar al agua al grado de pureza requerida según su uso, sea esta agua 1 para la elaboración de medicamento o limpieza de equipos quirúrgicos, agua para esterilización, o para el proceso de diálisis.

## CAPÍTULO I EL PROBLEMA

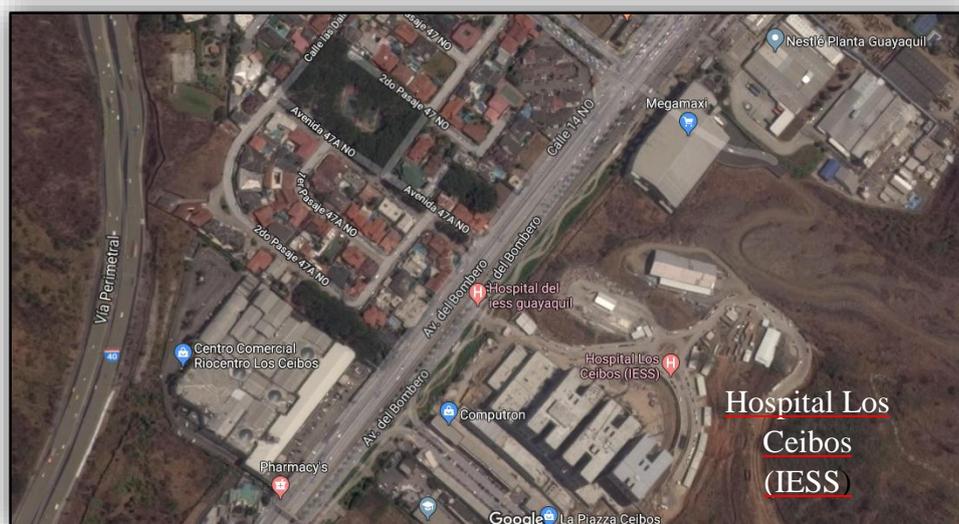
### 1.1. Planteamiento del tema

El agua potable empleada para el consumo humano, no es apta para ser usada directamente en el área hospitalaria pues es imprescindible que sea purificarla antes de ser llevadas a las zonas de: esterilización, diálisis o laboratorio de un hospital. Cada etapa de purificación lleva en si un porcentaje de limpieza del líquido y según los equipos que conforman los diferentes procesos de tratamiento del agua hacen que su resultado final sea, agua apta para los diferentes usos del área hospitalaria.

Los equipos implementados en los distintos procesos de la planta de tratamiento de agua son los que determinan su pureza, esta pureza difiere según las características, rendimiento, calidad y costo de cada implemento, los cuales hacen que sean el centro de estudio, para que con el menor gasto y tiempo se realice un proceso tratamiento de agua de alta calidad y rentable, que cumpla con las normativas vigentes y parámetros establecidos.

### 1.2. Delimitación Geográfica

**Figura # 1 Ubicación del área de estudio**



**Fuente.** (Google Maps, 2018)

El presente proyecto se encuentra al lado oeste de la Provincia del Guayas, en la ciudadela Los Ceibos, avenida del bombero Km 6.5 vía a la costa, perteneciente al cantón Guayaquil, constituyéndose geográficamente en uno de los puntos más altos de la ciudad, porque está ubicado en pequeños cerros que forman parte de la cordillera Chongón-Colonche y tiene una latitud de  $-2^{\circ} 10'26''$  S y una longitud de  $79^{\circ} 56'25''$  O.

Ocupa una extensión de 9,72 hectáreas de terreno con topografía irregular, posee una latitud de  $-2^{\circ} 10'26''$  S y una longitud de  $79^{\circ} 56'25''$  O.

Sus coordenadas UTM son:

Norte: 9759677,5 m

Este: 617843 m

### **1.3. Contexto De La Investigación**

El análisis de la planta de tratamiento de agua se realizó junto al personal de mantenimiento del IESS, con la ayuda de la empresa Constructora Grupo Puentes y la subcontrata Solutos, que nos han facilitado el permiso para poder desarrollar este proyecto de tesina, así también las visitas al campo realizando inspecciones, evaluaciones, análisis y verificaciones de los parámetros que controlan el buen funcionamiento y manejo de la PTAP del Hospital Los Ceibos, además de obtener datos reales y actualizados.

### **1.4. Metodología De La Investigación**

La metodología investigativa que permitió el desarrollo de este proyecto de tesina fue de tipo bibliográfica y de campo.

- Bibliográfico, porque nos servimos como material de apoyo como: revistas, folleto, libros, tesis, artículos y otro tipo de información que nos serviría en el desarrollo de la investigación.

- De Campo, porque se realizó visitas frecuentes en la planta de tratamiento de agua para la colecta de muestras, y seguir el funcionamiento de los distintos equipos que contenía en los diferentes procesos de tratamiento.

## **1.5. Delimitación del tema**

El desarrollo de este tema de tesina tendrá un determinado periodo de desarrollo y se enfocará en un área de estudio determinada por lo que solo abarcará las delimitaciones, temporal y espacial.

### **1.5.1. Delimitación temporal**

El desarrollo del tema de investigación para titulación tiene una duración de 4 meses, el cual se realizó ente los el lapso de tiempo desde el 30 de octubre del 2017 hasta el 20 de febrero del 2018.

### **1.5.2. Delimitación espacial**

La planta de tratamiento de agua para uso hospitalario del hospital Los Ceibos de Guayaquil las cuales se encuentra en las siguientes coordenadas UTM:

Norte: 9759677,5 m

Este: 617843 m

## **1.6. Objetivos del estudio**

### **1.6.1. Objetivo general:**

Analizar una planta de tratamiento para la demanda de agua en distintas áreas hospitalarias, desde el punto de vista práctico y técnico.

### **1.6.2. Objetivos específicos:**

- Analizar especificaciones técnicas mediante manuales y folletos de los productos modernos vigentes en el mercado para la instalación de una PTAP.
- Escoger adecuadamente un proceso y método de purificación de agua para el montaje de una planta de tratamiento, que brinde una con remoción alta de contaminante y rendimientos efectivos que otorguen resultados finales ajustados a los límites permisibles del tipo de agua que se requiere en el hospital.

- Controlar que el agua tratada de la salida del equipo de Ósmosis inversa cumpla con los límites permisibles de las normativas AAMI para el uso en las distintas áreas hospitalarias.

- Plantear una propuesta para repotenciar una planta de tratamiento de agua potable mediante la implementación doble ósmosis inversa.

### **1.7. Justificación del problema**

La importancia de este caso de estudio es brindarles herramientas a centros clínicos, para la eliminación o disminución de partículas, microorganismos o solutos que se encuentren en el agua, mediante equipos como: bombas, tanques de almacenamiento, filtros, micro filtros, ósmosis inversa, que realicen la purificación, pero al menor gasto, tiempo y espacio necesario, que garantice un agua apta para su uso, bajo los parámetros establecidos.

En cada proceso de purificación como por ejemplo el proceso de descalcificación o la deionización, los equipos podrían variar a sí mismo como añadirseles un complemento para que el resultado final de calidad se mantenga o mejoren, ya no sería necesario una nueva planta de tratamiento sino simplemente un complemento que se adjuntaría al funcionamiento de la misma, esto inevitablemente reduciría los gastos y mantendría la producción diaria establecida.

## **CAPITULO II**

### **ANÁLISIS DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS: EQUIPOS, PRODUCTOS Y ACCESORIOS MODERNOS**

#### **2.1. Diseño de un sistema de tratamiento de agua para diálisis**

Los sistemas de tratamiento de agua varían en su diseño y componentes, lo que se asocia a las diferentes características del agua de aporte y a los objetivos de calidad de cada centro (agua para diálisis, calderas, esterilización, laboratorio, etc.).

En el diseño del sistema de producción de agua tratada para hemodiálisis y la selección de sus componentes debe tenerse en cuenta el uso óptimo de recursos (agua y energía) así como los procesos de desinfección y mantenimiento.

La elección de dichos componentes se realiza teniendo en cuenta aspectos del agua de aporte tales como: dureza y composición química, carga microbiana, intervenciones realizadas por el proveedor (aluminio, cloraminas, flúor, etc.) así como las características de flujo, temperatura y presión.

El sistema instalado debe ser capaz de funcionar con la fuente de agua disponible y estar diseñado para operar con un rango de variabilidad de la misma, tanto en calidad como en cantidad, de manera que el producto que llega al equipo de diálisis o puesto de reprocesamiento de dializadores cumpla con los requisitos establecidos.

Los componentes del sistema que realizan lavado y mantenimiento en forma automática y programada lo harán en forma coordinada, fuera de los horarios de diálisis y reprocesamiento del material. (“Procesos y Componentes de la Planta de Agua”, 2012)

Cada unidad de diálisis debe tener su propio sistema de tratamiento de agua.

Deben existir controles de procesos, mantenimiento y plan de contingencias.

El sistema consiste en 4 secciones:

1. Panel de Control Eléctrico.
2. Pre tratamiento: donde se recibe y acondiciona el agua de suministro para ser sometida al siguiente proceso. Habitualmente está compuesto por filtros de sedimento

capaces de retener partículas de diferentes tamaños, filtro de carbón u otro sistema de remoción de cloro, cloraminas y ablandador.

3. Tratamiento: consiste en una Osmosis inversa, paso único o doble paso.
4. Sistema de almacenamiento y distribución de agua tratada.

En las diferentes secciones del tratamiento de agua pueden realizarse inyecciones de sustancias químicas con diferentes objetivos:

- a) Para control microbiológico: compuesto de cloro y ozono.
- b) Para remoción de cloro y cloraminas.
- c) Para evitar incrustación en las membranas de osmosis: diferentes soluciones desincrustantes.

Estas sustancias deben ser removidas en las sucesivas secciones del sistema, y estar ausentes en el agua “producto”. Esta remoción debe asegurarse y documentarse a través de la realización de test o estudios de control.

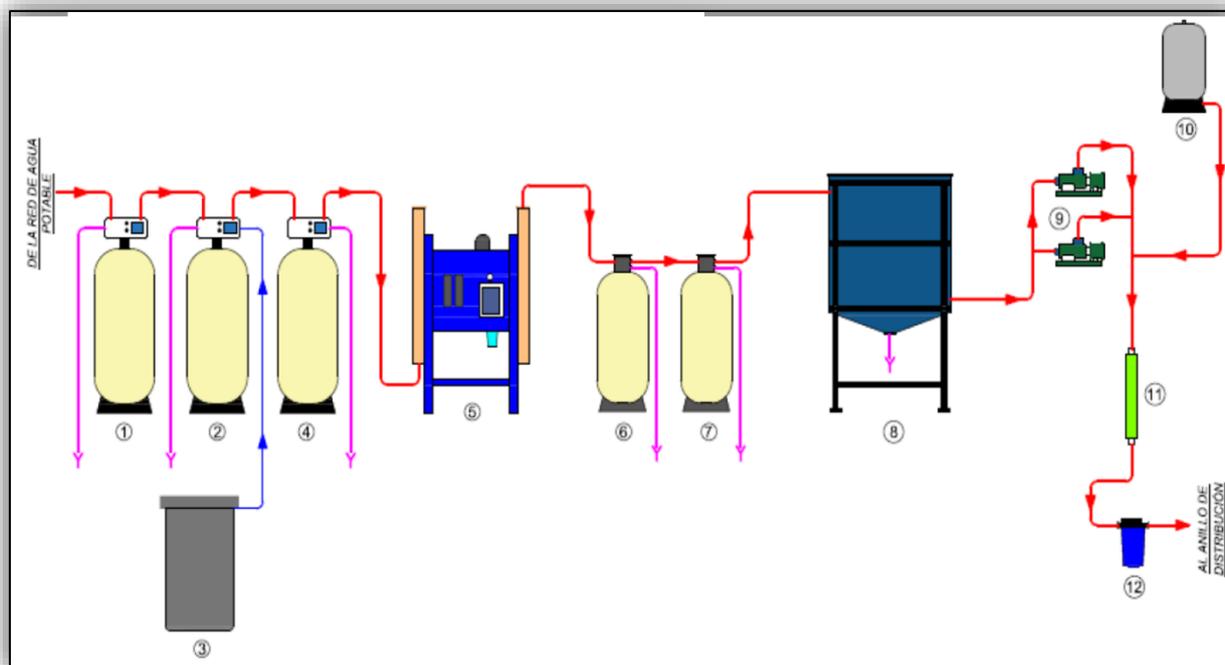
Los materiales (diferentes componentes, tanques de depósito y cañerías) deben ser compatibles con las condiciones de trabajo habituales, (limpieza y desinfección); no deben interactuar químicamente con el agua alterando en forma adversas sus características.

Los materiales del sistema de almacenamiento y distribución no deben aportar químicos al mismo como aluminio, cobre, plomo, zinc. Los materiales deben ser acordes al sistema de desinfección utilizado (tipo de germicida, duración, frecuencia y condiciones de uso).

En esta sección se describe brevemente los diferentes componentes que pueden ser incluidos en los sistemas de pre tratamiento, tratamiento y distribución de agua para hemodiálisis. Nos referimos a aquellos sistemas en los cuales el agua es producida y circula hasta el punto de uso, donde es mezclada por la unidad o monitor de hemodiálisis, con los concentrados para producir el líquido de diálisis.

## 2.2. Sala de tratamiento de agua

*Figura # 2 Planta de tratamiento de agua potable*



*Fuente: Propia*

## 2.3. Parámetros para el área de una planta de tratamiento de agua potable (PTAP)

La sala de tratamiento de agua para hemodiálisis debe de estar situada lo más próxima posible a la Unidad de Hemodiálisis. El área será proporcional al número y dimensión de los elementos del sistema de pre tratamiento, tratamiento y número de puestos de diálisis de la unidad.

El piso y paredes deben estar impermeabilizados (material lavable no poroso) y con drenaje que permita evacuar el volumen de agua generada sin desbordes necesarios ni estancamientos. La sala debe estar bien iluminada, ventilada y mantener una temperatura menor a 22°C, con cerramiento adecuado.

El acceso debe ser independiente de la sala de hemodiálisis y permitir el acceso fácil de los suministros.

La sala debe estar limpia y ordenada, sin materiales que no están en uso. (R.Pérez, 2017).

## 2.4. Contaminantes habituales el agua

### Sustancias provenientes de:

- ❖ propia fuente de origen del agua o de su sistema de distribución del sector.
- ❖ Sustancias añadidas por las autoridades sanitarias.

### Composición del agua:

Varia en gran medida de unos lugares a otros, otros es la estacionalidad de la misma y conocer la del agua suministrada es un requisito para diseñar una planta de tratamiento

Los contaminantes del agua pueden clasificarse:

En partículas, solutos y microorganismos. Estos pueden subdividirse según sus propiedades en distintos sufijos.(A.Cardenas, 2015).

### 2.4.1. Intoxicación por contaminantes químicos del agua.

**Tabla # 1 Contaminación biológicos**

| Microorganismos  | Endotoxinas  | Sustancias orgánicas |
|--|--|----------------------|
| <p><b>Reacciones pirógenas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Nauseas</li> <li>✓ Vómitos</li> <li>✓ Escalofríos</li> <li>✓ Fiebre</li> <li>✓ Síndrome post-diálisis</li> </ul> | <p><b>Inducción de respuesta Inflamatoria crónica</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Amiloidosis por B2 microglobulina</li> <li>✓ Arteriosclerosis acelerada</li> <li>✓ Malnutrición</li> <li>✓ Pérdida de la función renal</li> <li>✓ Estado de inmunodeficiencia</li> <li>✓ Resistencia a la eritroyetina</li> </ul> |                      |

*Fuente: Propia*

**Tabla # 2 Contaminación por metales presentes en el agua**

| <b>Metal</b>       | <b>Enfermedad</b>   | <b>Metal</b> | <b>Enfermedad</b>               |
|--------------------|---|--------------|---------------------------------|
| Aluminio           | Encefalopatía, enf. Ósea, anemia  | Calcio       | Síndrome del agua dura          |
| Cloraminas y cloro | Hemolisis, anemia, metahemoglobinemia                                     | Magnesio     | Hipertensión, náuseas, vómitos  |
| Cobre              | Hemolisis, fiebre, cefalea, hepatitis                                     | Flúor        | osteomalacia                    |
| Potasio            | Síntomas musculares, bradiarritmias, muerte                               | Nitratos     | Metahemoglobinemia, hipotensión |
| Sodio              | Hipertensión, cefalea, sed, confusión, edema pulmonar, convulsiones, coma | Sulfatos     | Acidosis                        |
| Plomo              | Parálisis del sistema nervioso  | Zinc         | Anemia, náuseas                 |

*Fuente: Propia*

## 2.5. Contaminantes del agua

**Partículas.** Producen la turbidez del agua

- Minerales
- Coloides

**Solutos.** Sustancias disueltas/hidrosolubles

- **Inorgánicos:** iones
  - Cationes (Na, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu, Pb, etc.)
  - Aniones (CL, F, nitrato, sulfato, bicarbonato, etc.)
- **Orgánicos**
  - Sustancias naturales (lignina, tanino, etc.)
  - Sustancias no naturales, provenientes de la agricultura (insecticidas, pesticidas, abonos, etc.) o de la industria (aguas residuales, derivados del petróleo, minería, etc.)
  - Endotoxinas, provenientes de los microorganismos.
- **Microorganismos**
  - Bacterias
  - Levaduras
  - Hongos

- Protozoos
  - Virus
- **Sustancias añadidas por las autoridades sanitarias:** cloro, cloraminas, sulfato de aluminio y flor. Más raramente, ante la existencia de agua, sulfato de cobre.

**Tabla # 3 Clasificación de los productos piro-genéticos derivados de bacterias gramnegativas atendiendo a su origen y peso molecular.**

| <b>PIRÓGENOS EXÓGENOS</b>  | <b>PESO MOLECULAR</b> |
|--|-----------------------|
| Componentes de la pared bacteriana, liberados por lisis                                |                       |
| Endotoxinas o lipopolisacáridos  | > 100.000             |
| Fragmentos de lipopolisacáridos asociados al lípido A                                  | 2000 - 4000           |
| Otros fragmentos de lipopolisacáridos  | >8000                 |
| Peptidoglucanos  | 1000 - 20000          |
| Muramilpéptidos  | 400 - 1000            |
| <b>Toxinas secretadas activamente, que no precisan la lisis bacteriana</b>             |                       |
| Exotoxina A  | 66000                 |
| Fragmentos de exotoxina A  | <5000                 |
| Otras exotoxinas   | 20000 - 50000         |
| <b>ADN bacteriano</b>  |                       |
| Contaminantes pirogénicos detectables por lisado de amebocitos de <i>Límulus</i> (LAL) |                       |

*Fuente: Propia*

## 2.6. Controles analíticos de la calidad de agua

**Tabla # 4 Control de agua**

| <b>CONTROL QUÍMICO</b>     |                | <b>CONTROL MICROBIOLÓGICO</b> |                |
|----------------------------|----------------|-------------------------------|----------------|
| <b>RECOGIDA DE MUESTRA</b> | <b>PERIODO</b> | <b>RECOGIDA DE MUESTRA</b>    | <b>PERIODO</b> |
| Conductividad              | Diaria         | Cultivos                      | Mensual        |
| Cloro y cloraminas         | Bimensual      | Endotoxinas                   | Mensual        |
| Desinfección química       | bimensual      |                               |                |
| Aluminio                   | semestral      |                               |                |

*Fuente: Propia*

**Tabla # 5 Control de agua**

| <b>CONTROL TÉCNICO</b>  |   |
|---|---|
| <i>Control técnico</i>  | <i>Periodicidad</i>   |
| Almacenamiento y distribución del agua dentro de cada equipo                                  | Anual o demanda si se detectan cambios (como incremento de equipos) |
| Control de funcionamiento, presiones en contra lavado y regeneración del tratamiento de agua. | Semanal   |
| Conductividades, presiones, caudales, temperatura de la etapa final de los distinto equipos.  | Diaria  |

*Fuente: Propia*

## **2.7. Especificaciones técnicas de accesorios y equipos modernos**

Sistema cuenta con un panel de control donde se maneja la operación del sistema y control de bombas donde existe.

- Gabinete de acero inoxidable.
- Dos Bombas iniciales Franklin de 1,5 HP.
- Lecho Filtrante de Sedimento.
- Lecho Filtrante de Carbón Activado.
- Lecho Filtrante de Ablandador.
- Osmosis inversa Pura Agua.
- Bomba de Cabezal de Acero Goulds 1 HP.
- Osmosis inversa Pura Agua.
- Dos Bomba de Cabezal de Acero Goulds 1 HP.

### **2.7.1. Sistema eléctrico**

**Figura # 3 Gabinete de acero inoxidable**



*Fuente: Propia*

### **2.7.1.1. Especificaciones para tablero de acero inoxidable**

- ✓ Fabricado con acero inoxidable tipo 304 calibre 12
- ✓ Uniones alisadas de soldadura continua
- ✓ Refuerzos de cuerpo en los gabinetes de mayor tamaño, para aumentar la rigidez
- ✓ Collarín con canal en la brida del cuerpo para impedir la entrada de líquidos y contaminantes
- ✓ Postes centrales removibles que permiten una fácil instalación de los paneles
- ✓ Bisagras continuas de grueso calibre
- ✓ Varillas de enganche con rodillos en los extremos para facilitar el cierre de la puerta
- ✓ Argollas de levantamiento de alta resistencia de acero inoxidable tipo 316
- ✓ Compartimiento para datos hecho de termoplástico de alto impacto
- ✓ Bases para piso de 15 pulgadas. soldadas al gabinete
- ✓ El empaque de espuma sin uniones forma un sello hermético a prueba de aceite y polvo para evitar la entrada de humedad y contaminantes
- ✓ Soportes para panel
- ✓ Incluye pernos de collarín para el montaje de paneles opcionales
- ✓ Mecanismo de cerrojo de tres puntos de alta resistencia, accionado con una manija con cerradura POWERGLIDE™ de acero inoxidable tipo 316 en todas las puertas
- ✓ La puerta maestra es la del lado derecho en los gabinetes X, y la del lado izquierdo en los gabinetes CPX
- ✓ Manija de acero inoxidable tipo 316 con mecanismo de anulación en la puerta maestra
- ✓ Manija de acero inoxidable tipo 316 (sin mecanismo de anulación) en la puerta esclava
- ✓ El interbloqueo mecánico accionado por la puerta maestra impide que se abra primero la puerta esclava; las puertas pueden cerrarse en cualquier orden

- ✓ El corte preferido en la brida derecha permite el montaje de la mayoría de los operadores de interruptores
- ✓ Provisión para unión en las puertas; terminales de conexión a tierra en el cuerpo
- ✓ Canal para montaje de accesorios provisto en la tapa superior de gabinete

## ACABADO

Los gabinetes de acero inoxidable no están pintados. Los costados y el cuerpo tienen acabado cepillado liso núm. 4. Los paneles de acero dulce opcionales están pintados de blanco. Hay paneles conductores opcionales disponibles.

## ACCESORIOS

- Calentador eléctrico
- Paquete de lámpara fluorescente
- Adaptadores de operadores para cortes preferidos
- Paneles para gabinetes tipo 3R, 4, 4X, 12 y 13
- Kits de ventana de acero y acero inoxidable

(Innovative, 2018)

**Tabla # 6 Catálogo de gabinetes eléctricos inoxidables estándar**

| Número de catálogo | A x B x C<br>pulq./mm                      | Panel  | Panel<br>conductor | Tamaño del panel<br>D x E<br>pulq./mm |
|--------------------|--|--------|--------------------|---------------------------------------|
| A60X4912SSLPN4     | 60.12 x 49.75 x 12.12<br>1527 x 1264 x 308 | A60P48 | A60P48G            | 56.00 x 44.00<br>1422 x 1118          |
| A60X6112SSLPN4     | 60.12 x 61.75 x 12.12<br>1527 x 1568 x 308 | A60P60 | A60P60G            | 56.00 x 56.00<br>1422 x 1422          |
| A72X6112SSLPN4     | 72.12 x 61.75 x 12.12<br>1832 x 1568 x 308 | A72P60 | A72P60G            | 68.00 x 56.00<br>1727 x 1422          |
| A72X7312SSLPN4     | 72.12 x 73.75 x 12.12<br>1832 x 1873 x 308 | A72P72 | A72P72G            | 68.00 x 68.00<br>1727 x 1727          |
| A60X4918SSLPN4     | 60.12 x 49.75 x 18.12<br>1527 x 1264 x 460 | A60P48 | A60P48G            | 56.00 x 44.00<br>1422 x 1118          |
| A60X6118SSLPN4     | 60.12 x 61.75 x 18.12<br>1527 x 1568 x 460 | A60P60 | A60P60G            | 56.00 x 56.00<br>1422 x 1422          |
| A72X6118SSLPN4     | 72.12 x 61.75 x 18.12<br>1832 x 1568 x 460 | A72P60 | A72P60G            | 68.00 x 56.00<br>1727 x 1422          |
| A72X7318SSLPN4     | 72.12 x 73.75 x 18.12<br>1832 x 1873 x 460 | A72P72 | A72P72G            | 68.00 x 68.00<br>1727 x 1727          |
| A72X7324SSLPN4     | 72.12 x 73.75 x 24.12<br>1832 x 1873 x 613 | A72P72 | A72P72G            | 68.00 x 68.00<br>1727 x 1727          |

**Fuente.** (Innovative, 2018)

### 2.7.1.2. Elementos

#### LOGO! 8 230RC

El controlador lógico programable seleccionado fue LOGO! 8 230RC de Siemens, por su facilidad de instalación y sus características de ampliación de módulos, visualizador de textos dinámicos y las múltiples funciones que ofrece para el desarrollo del panel de control.

**Figura # 4 Módulo lógico universal**



**Fuente.** (Siemens, 2018g)

Se utilizó el módulo principal con sus cuatro salidas digitales disponibles, un módulo de entradas y salidas digitales DM8 230RC, A continuación, se describirán los módulos analógicos implementados, la programación de entradas y salidas con la herramienta LOGO! Soft Comfort V8.0. (Siemens, 2018f)

#### CONTACTOR

Un contactor es un dispositivo de maniobra destinado a comandar equipamiento eléctrico en estado no perturbado o bajo las sobrecargas normales de servicio, con la posibilidad de ser accionado a distancia y preparado para grandes frecuencias de operación. El contactor sólo puede adoptar dos estados uno estable o de reposo, cuando no recibe acción alguna por parte del circuito de mando, y otro inestable, cuando es accionado y mantenido por su sistema de operación. (Siemens, 2018c).

**Figura # 5 Contactor eléctrico**

**Fuente.**(Siemens, 2018b)

## **GUARDAMOTOR**

Un guarda motor es un interruptor magneto térmico, especialmente diseñado para la protección de motores eléctricos. Este diseño especial proporciona al dispositivo una curva de disparo que lo hace más robusto frente a las sobre intensidades transitorias típicas de los arranques de los motores. El disparo magnético es equivalente al de otros interruptores automáticos pero el disparo térmico se produce con una intensidad y tiempo mayores.

(Siemens, 2018d)

**Figura # 6 Guardamotor eléctrico**

**Fuente.**(Siemens, 2018e)

## BOMBA CENTRÍFUGA

También denominada bomba rotodinámica, es actualmente la máquina más utilizada para bombear líquidos en general. Las bombas centrífugas son siempre rotativas y son un tipo de bomba hidráulica que transforma la energía mecánica de un impulsor en energía cinética o de presión de un fluido incomprensible. El fluido entra por el centro del rodete o impulsor, que dispone de unos álabes para conducir el fluido, y por efecto de la fuerza centrífuga es impulsado hacia el exterior, donde es recogido por la carcasa o cuerpo de la bomba. Debido a la geometría del cuerpo, el fluido es conducido hacia las tuberías de salida o hacia el siguiente impulsor. Son máquina basada en la Ecuación de Euler. (Admin, 2016)

**Figura # 7 Bomba Sumergible**



*Fuente.* (DAKXIM, 2018)

## SUPERVISOR DE FASES

Un protector de sobretensión también llamados protectores eléctricos (o supervisor de tensión) es un dispositivo diseñado para proteger dispositivos eléctricos de picos de tensión ya que gestionan o administran la energía eléctrica de un dispositivo electrónico conectado a este. Un protector de sobretensión intenta regular el voltaje que se aplica a un dispositivo eléctrico bloqueando o enviando tierra voltajes superiores a un umbral seguro. (Siemens, 2018j)

**Figura # 8 Supervisor de Fases**

**Fuente.**(Siemens, 2018j)

## RELÉ DE NIVEL

Los relés de vigilancia 3UG4 controlan también magnitudes no eléctricas. Por ejemplo, nuestros relés de vigilancia de nivel de llenado 3UG4501 garantizan regulaciones fiables en 1 o 2 puntos y mensajes de alarma en caso de desbordamiento o marcha en vacío, aplicando un sencillo principio: casi todos los líquidos son conductores. Este fenómeno se aprovecha para la vigilancia de niveles de llenado. Si las sondas se encuentran dentro del líquido, la corriente fluye; en cuanto las sondas se secan, la corriente deja de fluir.(Siemens, 2018i).

**Figura # 9 Relé de Nivel**

**Fuente.**(Siemens, 2018i)

## BREAKERS

Un disyuntor, interruptor automático (España), automático (Chile), breaker o pastilla (México Ecuador y Panamá), es un aparato capaz de interrumpir o abrir un circuito eléctrico cuando la intensidad de la corriente eléctrica que por él circula excede de un determinado valor, o en el que se ha producido un cortocircuito, con el objetivo de evitar daños a los equipos eléctricos. A diferencia de los fusibles, que deben ser reemplazados tras un único uso, el disyuntor puede ser rearmado una vez localizado y reparado el problema que haya causado su disparo o desactivación automática. (Siemens, 2018h)

**Figura # 10 Interruptor automático**



**Fuente.**(Siemens, 2018a)

### 2.7.1.3. Desarrollo del sistema automático

Se instalarán dos bombas, de igual eficiencia, por prevención al fallo de una de ellas, la otra se encenderá automáticamente. La bomba de inicio 1.1 y bomba de inicio 1.2 encienden alternadamente en diferentes tiempos.

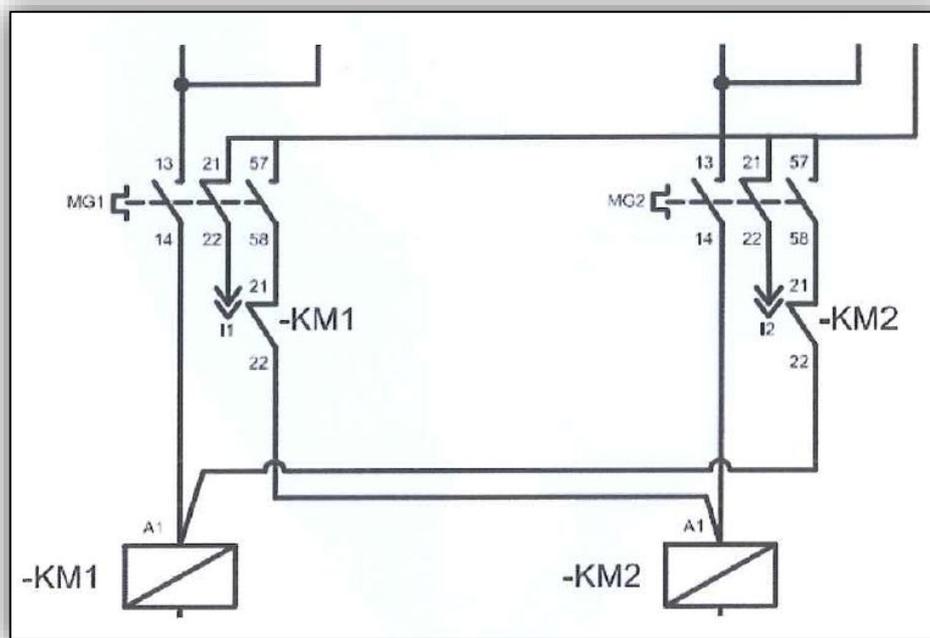
**Tabla # 7 Cronograma automático del funcionamiento de bombas**

| BOMBA INICIAL 1.1 |          | BOMBA INICIAL 1.2 |          |
|-------------------|----------|-------------------|----------|
| ENCENDIDO         | APAGADO  | ENCENDIDO         | APAGADO  |
| 00:00:00          | 03:59:45 | 04:00:00          | 07:59:45 |
| 08:00:00          | 11:59:45 | 12:00:00          | 15:59:45 |
| 16:00:00          | 19:59:45 | 20:00:00          | 23:59:45 |

**Fuente:** Propia

El sistema de bomba alternantes, tiene sus seguridades, si la bomba inicial 1.1 en su tiempo de trabajo, y su protección se dispara a trips, inmediatamente la bomba inicial 1.2 entra a trabajar así no sea su tiempo de encendido (este proceso se repite de manera manual y automática). Esto se debe a que el guarda motor emite una señal que la recibe el LOGO! 8 a una de sus entradas L1.

**Figura # 11 Circuito de funcionamiento de bombas**



*Fuente: Propia*

El mismo principio se lo realiza en las bombas de inicio 2, como osmosis 2; prende bajo control de manejo por boyas de nivel que se encuentran ubicado en tolva 2, maneja el nivel más bajo y se apaga en tolva 3, es el manejo más alto, se apaga la bomba y osmosis a la vez.

Bomba de anillo 1.1 y bomba de anillo 2.1 con sus respectivas señales hacia el LOGO! 12, 13, 14, y sus tiempos de encendido alternados:

**Tabla # 8 Cronograma automático del funcionamiento de bombas**

| <b>BOMBA ANILLO 1.1</b> |                | <b>BOMBA ANILLO 1.2</b> |                |
|-------------------------|----------------|-------------------------|----------------|
| <b>ENCENDIDO</b>        | <b>APAGADO</b> | <b>ENCENDIDO</b>        | <b>APAGADO</b> |
| 00:00:00                | 04:00:45       | 04:00:00                | 08:99:45       |
| 08:00:00                | 12:00:45       | 12:00:00                | 16:00:45       |
| 16:00:00                | 20:00:45       | 20:00:00                | 00:00:45       |

*Fuente: Propia*

Las osmosis 1 y osmosis 2 su encendido es totalmente dependiente de sus sistemas de boyas.

### **2.7.2. Pre-tratamiento**

#### **Clorado (de flujo)**

El cloro se agrega al agua de aporte, previo al tanque de reserva para prevenir la proliferación bacteriana en el sistema. El tanque que contiene la solución de hipoclorito de sodio debe ser opaco y oscuro, que no permita el pasaje de la luz ultravioleta (UV), herméticamente cerrado, para evitar evaporación del cloro con variación de la concentración de la solución, se recomienda que tenga volumen suficiente como para ser preparado diariamente.

En los sistemas auto controlados no se requiere recambio diario de la solución de cloro ya que automáticamente se deja la concentración de cloro en los tanques de reserva de agua de aporte, independientemente de la concentración de la solución de la que se parte. Con esta tecnología cuando se utilizan recipientes apropiados como los ya descritos no se requiere cambio diario de la solución de hipoclorito. Las pequeñas variaciones que puedan ocurrir son compensadas por el sistema. (R.PÉREZ, 2010)

El cloro es intruducido al sistema por una bomba que funciona acoplada al flujo de agua, de manera de mantener constante la relación entre ambos flujos.

El producto de la concentración de cloro en mg/L y el tiempo de contacto en minutos es un indicador del potencial de desinfección del proceso de cloración.

Existen en nuestro medio sistemas controlados de cloración, que se autorregulan dosificando mayor o menor caudal de agua, manteniendo una concentración constante, con sensor en línea de concentración de cloro con acople a alarmas.

### **SISTEMA DE PRE-TRATAMIENTO**

Este es necesario para reducir la contaminación del agua, así los equipos de osmosis inversa, y su uso es necesario para optimizar el proceso de desmineralización y alargar el tiempo de vida de las membranas del equipo de osmosis inversa.

El pre-tratamiento consiste en tres pasos cada uno con su respectivo filtro:

**Figura # 12 Medios filtrantes**



*Fuente: Propia*

En cada medio filtrante hay bypass donde se puede cerrar las llaves abiertas y abrir las llaves cerradas así funcionará el bypass teniendo en cuenta que esto se realizará en caso necesario o poder realizar el arreglo o mantenimiento de los medios filtrantes y dejar pasar el agua, así no se podrá interrumpir el funcionamiento de las salas. (Gustavo Diaz, 2017)

#### **2.7.2.1. Tanque de reserva de agua de aporte**

El depósito de agua de aporte o tanque de reserva debe tener el volumen suficiente para asegurar adecuada cloración y estabilización, debe ser el mínimo necesario, y junto a la

reserva de agua tratada asegurar la dialisis de dos turnos. Debe contar con tapa, ser opaco, de material inerte no poroso y diseño adecuado que permita la limpieza y mantenimiento.

La concentración objetivo de cloro a la salida del tanque de estabilización es 1-2 mg/L (1-2 ppm), esto será verificado y documentado al inicio de cada turno de dialisis de drenaje adecuado al volumen eventualmente a descartar. Existen en nuestro medio sistemas controlados de cloración que se autorregulan dosificando mayor o menor cantidad de solución de cloro para mantener una concentración constante en los tanques de reserva de agua cruda.

**Figura # 13 Tanques de reserva**



**Fuente: Propia**

Cuentan además con un sensor en línea que mide la concentración de cloro obtenida, acoplado a un sistema de alarmas.(J.Blanco, 2014)

#### **2.7.2.2. Presurización del sistema (bomba)**

Mantiene la estabilidad en velocidad y flujo del agua en los diferentes tramos del sistema (1m/s). La bomba pre-osmosis debe mantener el flujo y presión adecuada a los elementos de pre-tratamiento y alimentación de la osmosis. Es recomendable tener dos bombas, una de ellas de respaldo. En este caso la segunda debe recibir mantenimiento preventivo, de modo de estar en condiciones funcionales y microbiológicas de sustituir en cualquier momento a la bomba en funcionamiento, aun cuando no esté hidráulicamente conectada.

**Figura # 14 Tanque de presurización**



*Fuente: Propia*

Accionando por motor eléctrico blindado, de tipo sanitario, centrifuga, apta para las presiones que se requieren en el sistema. Panel de control y alarmas acordes a la normativa vigente.

Las características (Capacidades) del filtro deben ser adecuadas al agua que se recibe.

### **2.7.3. Filtros de lecho**

**Figura # 15 Filtro de Sedimentación**



*Fuente: Propia*

Estos ubicados al inicio del sistema, remueven partículas y materiales en suspensión que se encuentren en el agua de suministro, que podrían alterar el desempeño de los componentes del sistema y acortar su tiempo de vida útil efectiva. Los más frecuentemente usados son los

multimedia, que contienen múltiples capas, cada una retiene partículas progresivamente más pequeñas, de entre 10 a 20 micras. Son pasibles de retro-lavado programando y desinfecciones periódicas.

#### 2.7.4. Filtros de medios filtrantes

Los filtros de presión de Pure Aqua aclaran el agua al eliminar los sedimentos, la turbidez, el hierro, los sabores desagradables, los olores, partículas suspendidas y color no deseado, todos los cuales se encuentran comúnmente en el agua superficial. Pueden ser usados en una variedad de servicios que incluyen: aplicaciones industriales, municipales e institucionales.(PureAqua, 2018a).

**Figura # 16 Ciclos De Funcionamiento De Filtración**



**Fuente.** (PureAqua, 2018a)

**Características estándar**

- Tanque de FRP de alto rendimiento
- Fuente de alimentación de 115V / 1ph / 60Hz
- Válvula de retro lavado automático Válvula
- Fleck montada superior
- Controlador de tiempo para el ciclo programado de retro lavado
- Controlador de flujo para limitar el flujo de retro lavado
- Todos los internos son materiales plásticos

**Opciones Disponibles**

- Sistemas dúplex
- Tanques según el código ASME para 18 "y más grande
- Tanques de acero inoxidable
- Tanques de acero recubiertos de epoxi
- Fuente de alimentación 240V / 1ph / 50Hz
- Interruptor de vacío
- Válvula de alivio de presión
- Válvulas de muestra de entrada / salida
- Medidores de presión de entrada / salida
- Interruptor de presión diferencial y medidor
- Filtros que usan válvulas de diafragma
- Interruptor auxiliar para el inicio de la bomba de retro lavado

**Especificaciones de operación**

- Presión de funcionamiento: 25-100 psi (1.73-6.9 bar)
- Suministro eléctrico: 115V / 1ph / 60Hz
- Temperatura de funcionamiento: 41-110 ° F (5-43 ° C)

(PureAqua, 2018b).

## Ciclos operativos de filtración de medios

**Figura # 17 Filtración De Agua**



**Fuente.** (PureAqua, 2018a)

### CICLOS OPERATIVOS

El agua fluye hacia abajo a través de los medios filtrantes mientras que los sólidos se acumulan en los lechos filtrantes. El agua purificada pasa a través del proceso de filtración de agua así abajo.

Cuando el filtro comienza a obstruir o cuando la pérdida de carga (caída de presión) a través del lecho aumenta, los caudales se reducen. Para evitar la calidad del agua, el flujo se invierte. Es dirigido por una válvula(s) de control hacia el drenaje, llevando la materia que se acumula durante el servicio. El caudal necesario es específico de los medios filtrantes y es esencial para la limpieza adecuada de las camas de medios filtrantes. Para los filtros, el flujo de retro-lavado es siempre mayor que la tasa de flujo de servicio.

### Ciclo de servicio

El agua fluye hacia abajo a través de los medios mientras los sólidos se acumulan en la cama de medios. El agua purificada pasa a través de procesos.

## **Ciclo de retro lavado**

Cuando el filtro comienza a obstruirse o cuando la pérdida de carga (caída de presión) a través del lecho aumenta, las tasas de flujo se reducen. Para evitar el deterioro ración de la calidad del agua, el flujo se invierte. Esto está dirigido por la válvula (s) de control para drenar, llevando consigo, la materia articulada que se ha acumulado durante el servicio. El flujo requerido es específico para el me-día y es esencial para la limpieza adecuada de la cama de medios. Para los medios filtros, el flujo de retro lavado siempre es más alto que el flujo de servicio.(PureAqua, 2018c)

Los filtros de presión de Pure Aqua aclaran agua mediante la eliminación de sedimentos, turbidez, hierro, sabores desagradables, olores, partículas en suspensión, y el color no deseado.

Utilizados en servicios que incluyen: aplicaciones industriales, municipales e institucionales.

### **Características estándar**

- Tanques de fibra de vidrio de primera calidad
- Válvula automática de retro-lavado
- Válvula echa de resina Noryl
- Control sincronizado para retro-lavado
- Control de flujo para controlar el retro-lavado
- Partes internas de plástico

### **Opciones disponibles**

- Sistemas dúplex
- Tanques acuerdo código ASME
- Tanques de acero inoxidable
- Tanques de acero cubiertos en epoxi
- 240V/1 ph/50Hz requisito de energía
- Interruptor de vacío
- Válvula de descarga de presión
- Válvulas de muestra para entrada/salida
- Medidor de presión de entrada/salida
- Interruptor de presión diferencial y medidor
- Válvulas de diagrama
- Contacto auxiliar para bomba de retro-lavado

#### 2.7.4.1. Filtros de lecho carbón

El carbón activado granular remueve del agua pequeños componentes orgánicos, cloro libre y cloraminas, el recomendado en esta guía es el adecuado para agua potable. La carcasa que lo contiene deber ser opaca para prevenir la proliferación de algas.

Las características del carbón deben adaptarse a las características del agua que se recibe en el sistema. En caso que existan cloraminas como agentes desinfectantes en el agua a tratar, o el nivel de las mismas en el agua potable sea mayor a 1mg/L.

La capacidad del carbón de retener cloro y cloraminas se puede ver alterada por variaciones de pH y/o temperatura, por lo que el rendimiento del carbón es variable y debe controlarse frecuentemente.

**Figura # 18 Filtro de carbón activado**



*Fuente: Propia*

Cada lecho debe tener un tiempo de contacto con el agua de por lo menos 5 minutos si son dos o 10 minutos si son uno, medidos durante el momento de mayor flujo o producción del agua.

No debe usarse carbón regenerado; el carbón que se agoto debe ser descartado y reemplazado por uno nuevo, lo que se hará según tiempo (horas de uso), vencimiento, mínimo una vez al año, o por resultado inadecuados en estudios de control. (WaterTreatment, 2018)

#### **2.7.4.2. Filtros de lecho ablandador (descalificador)**

El ablandador del agua se empaca con cuencas de resina. El agua dura con calcio y magnesio corre a través de esa resina, y en un proceso denominado “intercambio iónico”, los iones duros del agua intercambian sus composiciones con los iones blandos que se encuentran en las cuencas de resina. El resultado es un agua blanda.

Con el tiempo, las cuencas de resina del ablandador de agua se cubren con iones de calcio y magnesio, lo que disminuye su capacidad para ablandar el agua dura. A través de un proceso denominado “regeneración”, el agua se irriga y descarga automáticamente a través del ablandador de agua con una cantidad concentrada de degenerante. En este momento, las cuencas de resina absorben los iones blandos de regeneración y liberan la dureza en las cuencas. Los sistemas de ablandador de agua de un filtrado de agua de todo el hogar con un filtro patentado de suciedad y sedimento, para que tanto la piedra disuelta como la suciedad y el sedimento sean descargados por el drenaje. Con las cuencas de resina “recargadas”, el ablandador de agua comienza de nuevo a trabajar y a suministrar agua blanda. (WaterBoss, 2018).

Los ablandadores de agua se producen en todas las formas y tamaños, y el hecho de ser más grandes no significa definitivamente que sea mejor. Utiliza una resina de retícula fina con cuencas más pequeñas, que en realidad proporcionan más área superficial para ablandar

el agua. Esta resina es empacada al vacío para permitir la máxima capacidad en el mínimo espacio. Nuestro sistema patentado de criba de flujo direccional, también ayuda a que no se quede ninguna cuenca de resina sin usar. Nuestras cribas y filtro de suciedad y sedimentos para todo el hogar, también protegen al lecho de resina, de forma que no necesitamos desperdiciar espacio para que en el área vacía disponible en los ablandadores de agua convencionales para el agite de la resina durante la regeneración, a fin de liberar la suciedad, el sedimento y la dureza.

**Figura # 19 Filtro Ablandador**



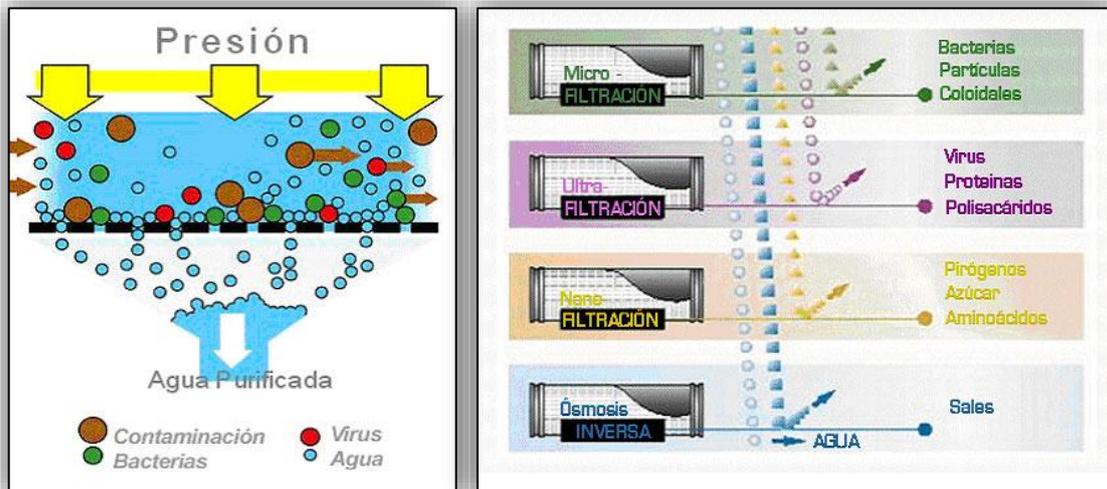
*Fuente: Propia*

### **2.7.5. Ósmosis inversa**

La ósmosis inversa es considerada como uno de los procesos más avanzado de filtración que se ha inventado para la purificación líquidos y sin añadirle ningún componente químico. Mucha es la diferencia con otros equipos de purificación, que es la tecnología que se utiliza

en muchos países en la actualidad, que incluso se utiliza para convertir el agua de mar (salada) en agua desalinizada o apta para el consumo.

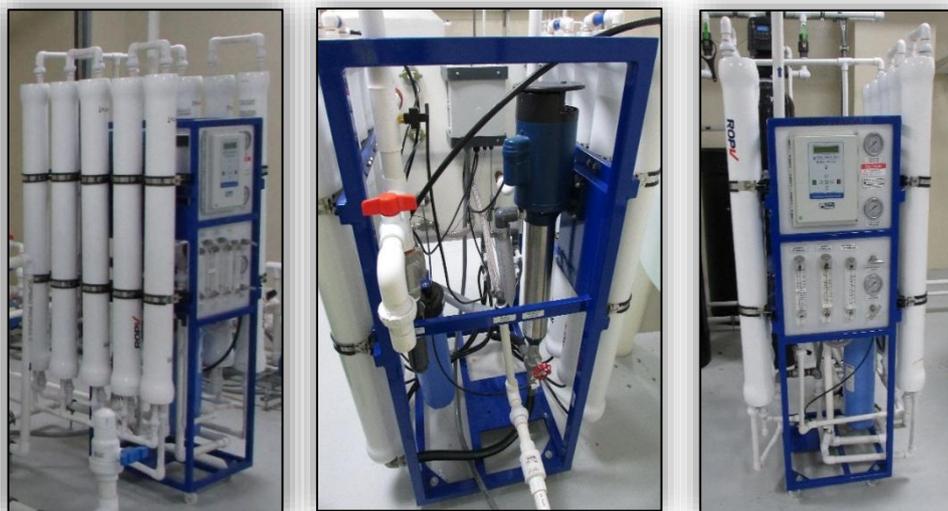
**Figura # 20 Ósmosis Inversa**



*Fuente:* (Purepro, 2018)

Este sistema, que remueve solutos inorgánicos, bacterias y endotoxinas, debe ser capaz de producir agua tratada para las diferentes áreas hospitalarias.

**Figura # 21 Ósmosis Inversa**



*Fuente:* Propia

La osmosis consiste en membranas semipermeables (poliamida), delgadas, típicamente dispuestas en espiral, y una bomba que impulsa el agua a presión (10-15 Kg/cm<sup>2</sup>, 100-200lbs

cm<sup>2</sup>) hacia la superficie de la misma. Una porción del agua pasa a través de dichas membranas, que retienen iones, bacterias y endotoxinas bacterianas, y se llama agua de “permeado” o “producto”. El agua restante continua hacia el drenaje, es el agua de “rechazo” o “concentrada” que contiene los iones retenidos. En el caso de que se disponga de doble ósmosis, el agua de producto de la primera ósmosis actúa como agua de alimentación de la segunda.

El dispositivo debe cumplir los requerimientos establecidos, o sea ser efectivo para el agua que se le provee, contar con monitores en línea que permitan medir en forma continua la conductividad, flujo de producción, porcentaje de rechazo. Contará con alarmas, que notifiquen inmediatamente al personal cuando se exceden los límites establecidos.

El número de membrana a utilizar vendrá determinado por el consumo del agua tratada, un equipo mayor a las necesidades, generara tiempos de inactividad del sistema, con riesgo de contaminación y uso ineficiente de los recursos, un equipo menor a las necesidades generara sobrecarga y desgaste anticipado de sus componentes. Se estima el requerimiento en 150-200 litros de agua tratada por diálisis.

#### **2.7.5.1. Accesorios eléctricos de la ósmosis inversa**

##### **CONDUCTÍMETROS:**

La conductividad informa la concentración de iones en el agua, los instrumentos que la miden deben ser verificados y contrastados periódicamente, con registro documentado.

##### **MANÓMETROS:**

Dispositivos que permiten controlar y visualizar la presión en los diferentes puntos del sistema, detectando precozmente disminución del rendimiento de algunos de los elementos, de modo de anticipar fallas.

### 2.7.5.2. Tanques de almacenamiento de agua tratada

**Figura # 22 Almacenamiento de agua**



**Fuente: Propia**

Si bien existen sistemas que no utilizan tanques de depósito post osmosis, en nuestro medio los sistemas de tratamientos lo incluyen. El tanque debe ser de pequeño volumen para evitar el agua estancada, deben tener base cónica o redondeada, drenaje en el punto más bajo de la misma, tapa con cierre hermético, y filtro de venteo (el filtro debe estar limpio y ser recambiado según las instrucciones del fabricante, en general de 6 a 12 meses, estar atentos ya que se dañan con el ozono, o si se moja.

### 2.7.5.3. Sistema de distribución (cañerías)

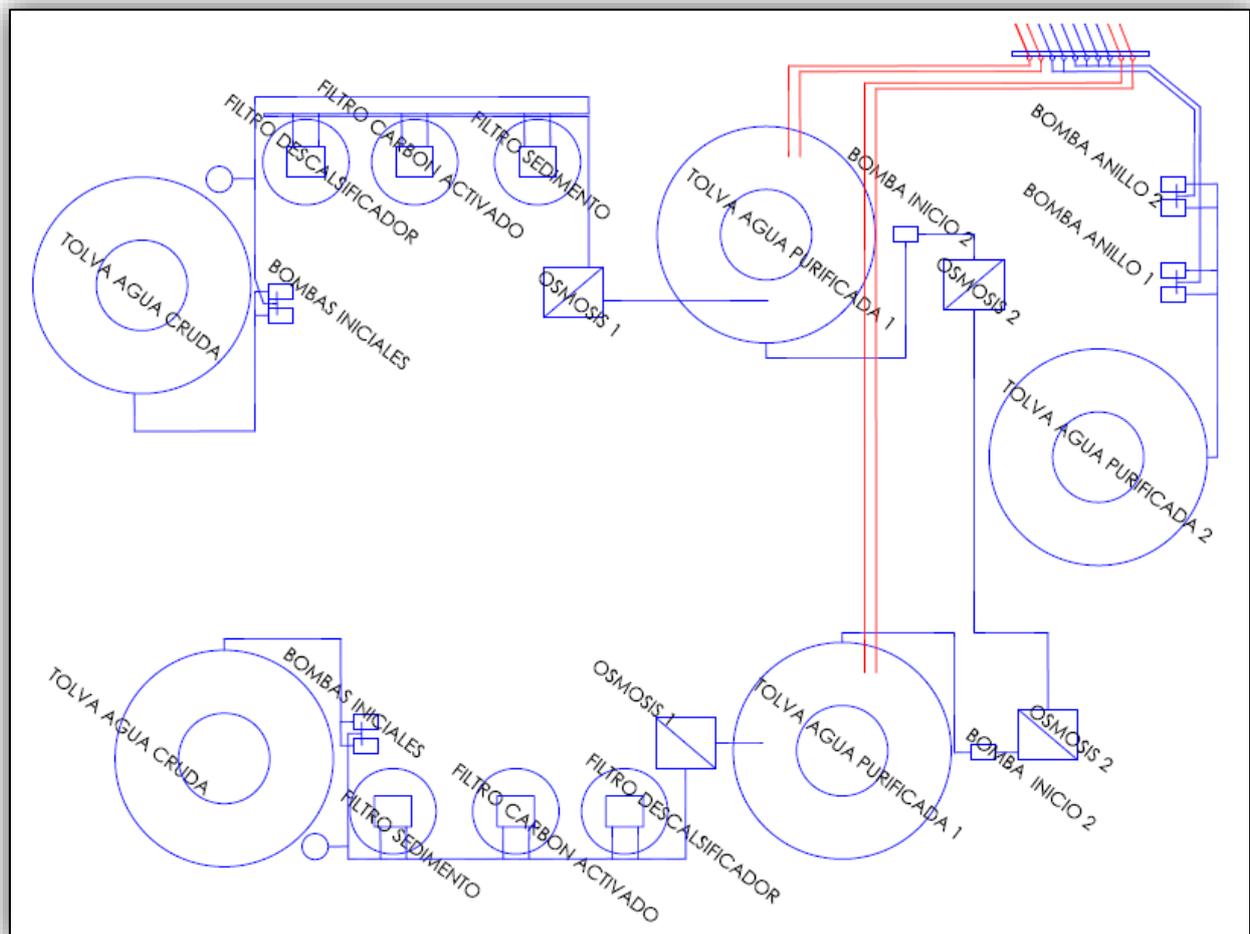
El sistema de distribución debe ser lo más corto y lineal posible, el agua debe ser impulsada por bombas para mantener el flujo necesario, a velocidad que minimice los riesgos de contaminación y formación de biofilm. Se considera apropiada una velocidad de flujo de aproximadamente 0,15 m/seg para una tubería de 2 cm de diámetro. Si bien esta velocidad sería efectiva para prevenir la formación de biofilm y minimizarla la contaminación bacteriana, no sustituye la desinfección regular de todos los sectores del sistema. El agua tratada debe retomar y recircular en forma permanente, dentro de lo cual existe una llave de retorno para controlar el flujo y recircular en forma permanente, dentro de lo cual existe una llave de retorno para controlar el flujo de retorno y tener una presión constante de 30 PSI en el anillo interno.

### CAPITULO III MÉTODOS DE TRATAMIENTOS DE AGUA

El tratamiento adecuado del agua para uso en distintas áreas hospitalarias, (calderas, esterilización, laboratorio, diálisis), incluye distintas etapas que pueden definirse como:

- Preparación
- Pre tratamiento
- Tratamiento
- Distribución

**Figura # 23 Planta de tratamiento de agua**



**Fuente: Propia**

#### ALMACENAMIENTO

- ✓ Tanque de tolva
- ✓ Material no toxico o degradable
- ✓ Impermeable a la luz para impedir crecimiento de algas
- ✓ Fondo cónico

- ✓ Tapa superior hermética
- ✓ Purga inferior
- ✓ Toma de agua de la parte cilíndrica del tanque

## DISTRIBUCIÓN Y CONDUCTOS

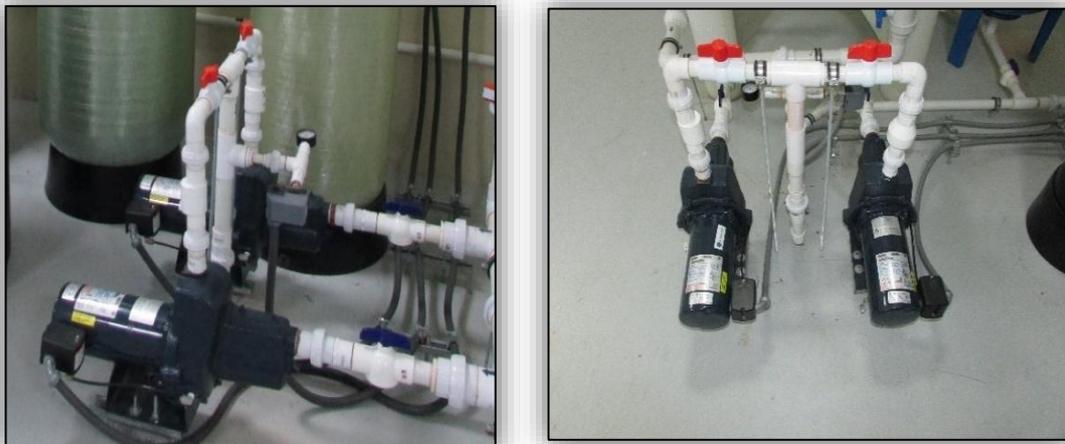
Bombas de acero inoxidable a través de un anillo de circulación continúa.

Diámetros que garantizan velocidades turbulentas y la menor longitud de tendido y de acodaduras atóxicas, resistente a los químicos del sanitizado y carecer de espacios muertos con recirculación continua.

El diseño depende del consumo de agua requerida y la aplicación los distintos equipos.

Se recomienda dejar un espacio suficientemente amplio al diseño para poder realizar un correcto mantenimiento cuando se necesite.

**Figura # 24 Sistema de bombeo principal**



*Fuente: Propia*

### 3.1. Pre-tratamiento; filtros de sedimentación

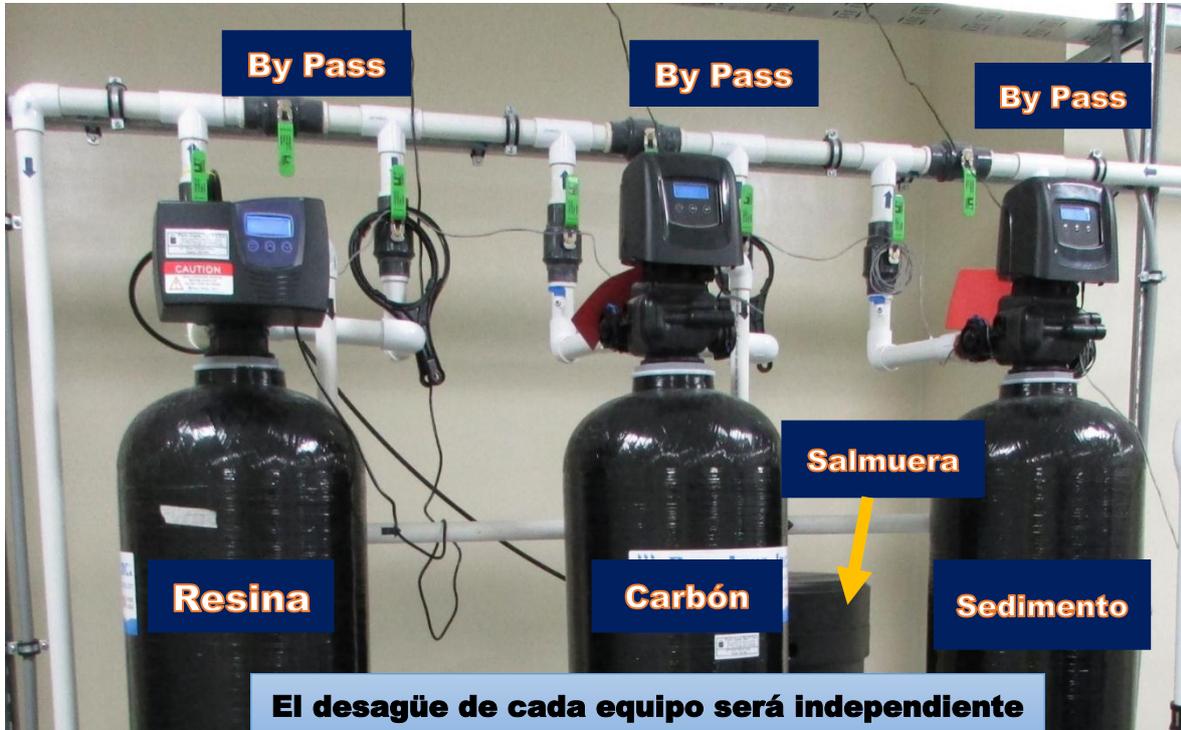
El manto filtrante está compuesto de arena fina, antracita y grava, que retira las partículas en suspensión, tanto orgánicas y de lodos.

El mejor filtro es el de profundidad o de arena.

Debe realizarse un lavado contracorriente con la periodicidad necesaria para evitar descenso de presión  $> 0.5 - 1 \text{ Kg/cm}^2$ .

La filtración se produce por un sistema de capas que remueve partículas entre 500µm - 5µm.

**Figura # 25 Proceso de filtrado**



*Fuente: Propia*

### 3.2. Pre-tratamiento: declaración/filtro de carbón activado

El carbón activado elimina por adsorción cloro libre, cloraminas, que se añaden al agua para potabilizarla.

En un sistema de tratamiento de agua se sugiere filtros en serie con tiempos de contacto entre 3 a 5 minutos de retención del agua en cada uno de ellos.

El carbón debe cambiarse cuando los valores de presencia de cloro estén fuera del rango.

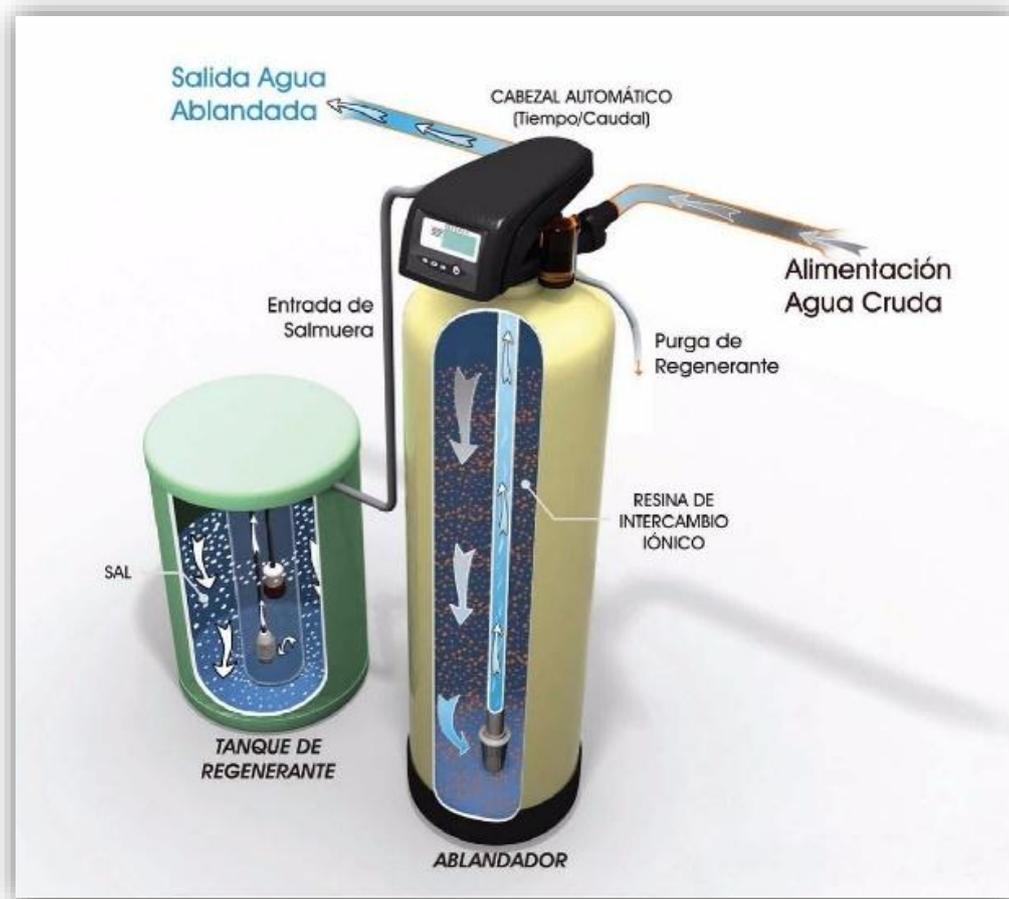
A partir de este proceso estamos no se debe encontrara cloro en el agua.

Es una columna de intercambio iónico que atrapa los iones de calcio y magnesio entre otros cationes polivalentes, que aportan dureza al agua y devuelve iones de sodio.

Debe regenerarse frecuentemente mediante lavado con solución saturada de CLNA. (Cloruro de sodio – sal).

### 3.3. Pre-tratamiento: descalcificador/ablandador

*Figura # 26 Filtro Ablandador*



**Fuente:** (Anónimo, 2015)

**CAPITULO IV**  
**VALIDACIÓN DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE**

**4.1. Normativas vigentes para agua en zonas hospitalaria**

Los límites americanos (AAMI); que coinciden con los españoles (UNE 111 1990) y europeos (Pharmacopea Europea) son los que supervisaran el producto final del proceso de tratamiento del agua cuyas concentraciones máximas de sustancias químicas en el agua se expresaran en mg/l, es decir, partes por millón (ppm).

**Tabla # 9 Normas de calidad de agua para Zonas hospitalarias**

| <i>CONTROL QUIMICO</i>  |                        | <i>CONTROL MICROBIOLÓGICO</i> |                                      |
|---|------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Contaminantes<br/>(mg/l o ppm)</b>                         | <b>AAMI<br/>(1981)</b> | <b>UNE 111<br/>(1990)</b>     | <b>Farmacopea<br/>Europea (1997)</b> |
| <b>Sustancias incluidas en los líquidos de diálisis</b>       |                        |                               |                                      |
| Calcio  | 2                      | 2                             | 2                                    |
| Magnesio  | 4                      | 4                             | 2                                    |
| Sodio   | 70                     | 70                            | 50                                   |
| Potasio   | 8                      | 8                             | 2                                    |
| <b>Sustancias toxicas reguladas para el agua potable</b>      |                        |                               |                                      |
| Arsenio   | 0.005                  | 0.005                         |                                      |
| Bario   | 0.01                   | 0.01                          |                                      |
| Cadmio  | 0.001                  | 0.001                         |                                      |
| Cromo   | 0.014                  | 0.014                         |                                      |
| Mercurio  | 0.0002                 | 0.0002                        | 0.0001                               |
| Plata   | 0.005                  | 0.005                         |                                      |
| Plomo   | 0.005                  | 0.005                         |                                      |
| Selenio   | 0.09                   | 0.09                          |                                      |
| <b>Otras sustancias identificadas como toxicas en el agua</b> |                        |                               |                                      |
| Aluminio  | 0.01                   | 0.01                          | 0.01                                 |
| Amonio  |                        |                               | 0.2                                  |
| Cinc  | 0.1                    | 0.1                           | 0.1                                  |
| Cloraminas  | 0.1                    | 0.1                           |                                      |
| Cloro   |                        |                               | 50                                   |
| Cloro libre   | 0.5                    | 0.5                           | 0.1                                  |
| Cobre   | 0.1                    | 0.1                           |                                      |
| Flúor   | 0.2                    | 0.2                           | 0.2                                  |
| Nitrato   | 2                      | 2                             | 2                                    |
| Sulfatos  | 100                    | 100                           | 50                                   |
| Metales pesados   |                        |                               | 0.1                                  |
| <b>Microbiología y endotoxinas</b>                            |                        |                               |                                      |
| Recuento de colonias (UFC)                                    | ≤ 200                  | ≤ 200                         | ≤ 100                                |
| Endotoxinas (LAL: UL/ML)                                      |                        |                               | ≤ 0.25                               |

|  | Bacterias (UFC/ml)   | Endotoxinas LAL (UE/ml) |
|--|----------------------|-------------------------|
| <b>Niveles de contaminación bacteriana según las guías de la SEN</b> |                      |                         |
| Agua purificada  | $\leq 100$           | $\leq 0.25$             |
| Agua ultra pura  | $\leq 10$ UFC/100 ml | $\leq 0.03$             |
| Concentrados   |                      | $\leq 0.5$              |
| Líquido de diálisis estándar   | $\leq 1000$          | $\leq 0.5$              |
| Líquido de diálisis ultra-puro                                       | $\leq 1$             | $\leq 0.03$             |

*Fuente:* (American National Standard, 2004) (Nefrología, 1991)

**Tabla # 10 Estándares microbiológicos para agua y líquido de Diálisis (mezcla)**

| CONTAMINANTES                                   | AAMI 1996     | FARMACOPEA EUROPEA 1997 |
|---|---------------|-------------------------|
| <b>Agua de preparación del líquido diálisis</b> |               |                         |
| Colonias bacterianas                            | < 200 UFC/ml  | < 100 UFC/ml            |
| Endotoxinas                                     | No especifica | < 0.25 UI/ml            |
| <b>Líquido de diálisis (LD) (mezcla)</b>        |               |                         |
| Colonias bacterianas                            | < 2000 UFC/ml | No especifica           |
|   | No especifica | No especifica           |

*Fuente:* (American National Standard, 2004)

#### 4.1.1. Exámenes de control según Normas AAMI

**Tabla # 11 Normas AAMI**

| Parámetros              | Resultado | U K=2 | Unidades | LMP   | Método analítico |
|-------------------------|-----------|-------|----------|-------|------------------|
| <b>FISICOQUIMICOS:</b>  |           |       |          |       |                  |
| Nitrógeno de nitrato    | < 0.42    | ----- | mg/l     | ----- | 4500 N NO3       |
| Amonio                  | < 0.036   | ----- | mg/l     | ----- | PEE-GQM-FQ-31    |
| Conductividad eléctrica | 5.16      | 1.14  | µs/cm    | ----- | PEE-GQM-FQ-13    |
| Cloro residual          | 0         | ----- | mg/l     | 0.50  | 4500 CL G        |
| Cloruros                | < 1.93    | ----- | mg/l     | ----- | PEE-GQM-FQ-08    |
| Cloro total             | 0         | ----- | mg/l     | ----- | 4500 CL G        |
| Flúor                   | < 0.02    | ----- | mg/l     | 0.20  | 4500 F D         |
| Sulfatos                | < 0.25    | ----- | mg/l     | 100   | PEE-GQM-FQ-28    |
| Aluminio                | < 0.039   | ----- | mg/l     | 0.010 | PEE-GQM-FQ-12    |
| Antimonio               | < 0.02    | ----- | mg/l     | ----- | 3500 Sb          |
| Arsenio                 | < 0.0100  | ----- | mg/l     | 0.005 | 3500 As          |

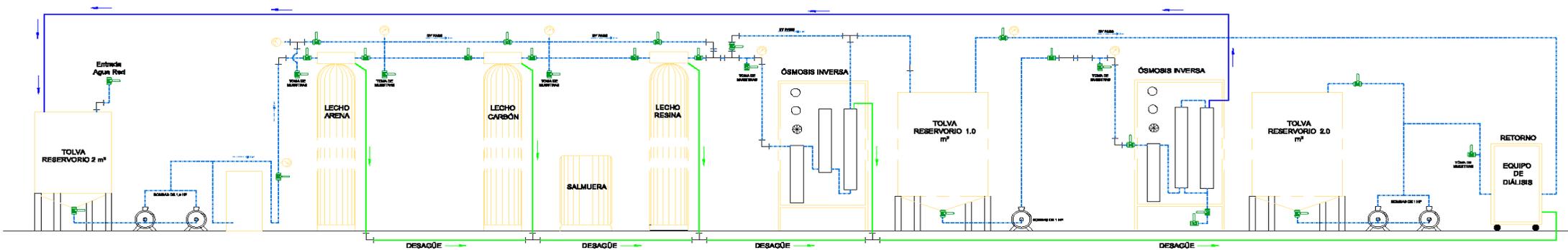
|                          |          |       |           |                       |               |
|--------------------------|----------|-------|-----------|-----------------------|---------------|
| Berilio                  | < 0.10   | ----- | mg/l      | -----                 | 3500 Be       |
| Cadmio                   | < 0.003  | ----- | mg/l      | 0.001                 | 3500 Cd       |
| Calcio                   | < 0.10   | ----- | mg/l      | 2                     | 3500 Ca B     |
| Cobre                    | < 0.03   | ----- | mg/l      | 0.1                   | PEE-GQM-FQ-19 |
| Cromo total              | < 0.050  | ----- | mg/l      | -----                 | 3500 Cr B     |
| Magnesio                 | 0.98     | ----- | mg/l      | -----                 | 3500 Mg B     |
| Mercurio                 | < 0.0001 | ----- | mg/l      | -----                 | 3500 Hg       |
| Plata                    | < 0.005  | ----- | mg/l      | -----                 | 3500 Ag       |
| Plomo                    | < 0.005  | ----- | mg/l      | -----                 | 3500 Pb B     |
| Potasio                  | 0.70     | ----- | mg/l      | -----                 | 3500 K B      |
| Selenio                  | < 0.0010 | ----- | mg/l      | -----                 | 3500 Se       |
| Sodio                    | 1.20     | ----- | mg/l      | -----                 | 3500 Na B     |
| Zinc                     | < 0.059  | ----- | mg/l      | -----                 | PEE-GQM-FQ-24 |
| <b>MICROBIOLÓGICOS</b>   |          |       |           |                       |               |
| Aerobios mesófilos       | < 1      | ----- | UFC/100ml | 1.0 X 10 <sup>2</sup> | 9216          |
| Coliformes fecales – NMP | < 1      | ----- | NMP/100ml | < 1.8                 | 9221 E        |
| Coliformes totales – NMP | < 1      | ----- | NMP/100ml | < 1.8                 | 9221 B        |
| Escherichia Coli - NMP   | < 1.0    | ----- | NMP/100ml | -----                 | 9221 C        |

**Fuente:** (American National Standard, 2004)

Para obtener una calidad de agua pura debe existir una conductividad de  $2.11 \text{ cm}/\mu\text{s}$  en donde la concentración del aluminio está en rango de normas  $0.01 \text{ mg/l}$ .

Para mantener el nivel de pureza el agua no consumida en la hemodiálisis toca regresarla a la etapa 7 que se mezcla con el agua del tanque igual que el rechazo de la ósmosis 2.

## PLANTA DOBLE PASO PURIFICADORA PARA DIÁLISIS



## 4.2. MÉTODOS DE PREVENCIÓN Y CORRECCIÓN

Cada centro y su equipo técnico debe seleccionar el método de desincrustación/desinfección a utilizar teniendo en cuenta que todos los componentes del sistema son susceptibles de contaminación microbiana y la desinfección es el único medio efectivo de disminuir e inactivar.

**La práctica de desinfecciones será preventiva, más que correctiva.**

Los objetivos son:

1. Lograr la calidad del producto (agua tratada en punto de uso)
2. Usar productos compatibles con los materiales que componen al sistema.
3. Aplicar la relación concentración tiempo del producto seleccionado validada.
4. Determinar y registrar la ausencia de residuos del producto utilizado para desinfección/desincrustación una vez terminado el proceso.

La planta del agua y red de distribución. La desinfección, desincrustación y cambios periódicos de los componentes (filtros, resinas) deben realizarse de acuerdo a las instrucciones del fabricante y adaptándose a los resultados del control.

Los métodos de desinfección del circuito de distribución del agua tratada pueden ser térmicos, químicos o mixtos. Los filtros microbiológicos permiten un mantenimiento, más fácil y seguro de los objetivos microbiológicos.

Si los resultados microbiológicos habituales del centro muestran tendencia a acercarse a los niveles de acción, debe establecerse un cambio en la práctica de desinfección.

El equipo médico y técnico, en consulta con el microbiólogo, analizará la situación, pesquisará el problema, revisará los procesos de desinfección/control/mantenimientos, y debe realizar cambios y mejoras en dichos procesos o en los insumos en la medida que sea necesario.

#### 4.2.1. Métodos de prevención y corrección para el sistema de tratamiento de agua.

Los procedimientos de desinfección y desincrustación son parte del sistema de mantenimiento con los de control. (Suematsu, 1995)

**Tabla # 12 CONTROLES DEL PRETRATAMIENTO**

| ELEMENTO               | CONTROL DIARIO  | CONTROL MENSUAL   | OBSERVACIÓN  |
|------------------------|---|---|--|
| Manómetro              | Verificar su correcto funcionamiento en todo el sistema   |   | Acción automática, como auto limpiezas, implican variaciones en las presiones habituales   |
| Entrada del agua bruta | presión   | Medir cloro, cloraminas y dureza  | Aumentar los controles si cambian las condiciones de la misma, ej.: sequia o inundación  |
| Pre-filtros            | Aspecto macroscópico, diferencia de presión entre entrada/salida.   | Si son filtros auto lavables comprobar funcionamiento del ciclo de lavado   | Verificar el correcto funcionamiento de la pre-filtración. Los cambios serán acordes a las pautas del fabricante o instalador  |
| Filtros de carbón      | Medir cloro y cloraminas a la salida al máximo consumo, una vez al día post carbón. registrado                      | Comprobar funcionamiento del ciclo de lavado – esponjamiento. Estado de los elementos de control automático. Filtro posterior | Sustituir el carbón al menos una vez anual. Si existen dos filtros de carbón en serio o paralelo debe existir la posibilidad de realizar las mediciones de forma independiente.        |
| Ablandador             | Medida de dureza a la salida, chequear volumen restante para la regeneración. Estado del depósito de sal. registrar | Comprobar consumos de sal, fases de la regeneración, funcionamiento de los elementos de control: caudalímetros, relojes.      | Anomalías en los descalcificadores producen disminución de los caudales de rechazo y producción de la osmosis. Tener en cuenta la vida útil de la resina recomendada por el fabricante |

*Fuente:* Propia

**Tabla # 13 Controles del tratamiento y circuito de agua de diálisis**

| ELEMENTO | CONTROL DIARIO  | CONTROL MENSUAL  | OBSERVACIÓN  |
|----------|---|--|--|
| Ósmosis  | Conductividad de salida, presiones y permeado. Registrarlo. | Comprobar funcionamiento de lavados automáticos de las membranas, elementos de control y protección. | Desinfección y desincrustaciones de la membrana acorde a especificaciones del fabricante. Respetar caudales y presiones indicadas, en caso de variación realizar análisis químico, bacteriológico y endotoxinas. |

|  |   |   |   |
|--|---|---|---|
| Ultra - filtros  | Conductividad o resistencia, Ph   | Verificar funcionamiento sistema de alarmas y medida                | Variación de conductividad implica mal funcionamiento ajustar alarma de 0,5 us-1.   |
| Red de distribución (incluidas tomas de los monitores) | Verificar presiones a la entrada y salida del circuito de distribución                |   | Fijar calendario de desinfecciones en función de las características de la red y resultado de estudios microbiológicos. Considerar las mangueras hacia los equipos. |
| Depósitos  | De agua de aporte o pre-tratada controlar niveles de cloro, cloraminas, regularmente. | Comprobar funcionamiento de bombas de impulsión, niveles y alarmas. | Si es agua tratada, desinfectarlos junto con la red de distribución. Cambiar filtro de venteo según especificaciones.   |

*Fuente: Propia*

**Tabla # 14 Controles de procesos**

| Parámetros fisicoquímicos | Muestra                                       | Frecuencias              |
|---------------------------|---|--------------------------|
| Conductividad             | Agua tratada                                  | Diario                   |
| Dureza                    | Post ablandador                               | Previo a la regeneración |
| Cloro total libre         | A la salida del filtro de arena o multímetro. | Una vez por turno        |

*Fuente: Propia*

**Tabla # 15 Parámetros del sistema**

| Parámetros fisicoquímicos                | Muestra | Frecuencias       |
|--|---------|-------------------|
| Flujo del agua de aporte y productividad |         | Una vez por turno |
| Presión                                  |         | Una vez por turno |
| Porcentaje de rechazo y producción       |         | Una vez por turno |

*Fuente: Propia*

#### 4.2.2. Métodos de corrección para los concentrados de diálisis.

Los concentrados individuales deben cumplir las especificaciones del etiquetado. Si se demuestra que no cumplen con los requisitos, se rechazarán, se notificará y se cambiarán por un lote nuevo correcto.

En los sistemas centralizados se realizan las desincrustaciones, desinfecciones y otras formas de prevención y tratamiento según especifique la empresa proveedora.

El intervalo de realización de limpieza y/o desinfecciones de todo el sistema debe ser mensual, y se basará en el proceso de validación de cada centro y en la tendencia de los resultados de control.

### **4.3. Validación de un sistema de producción de agua para hospitales.**

El proceso de validación provee evidencia documentada de que el sistema de tratamiento diseñado es adecuado para producir agua para las distintas áreas hospitalarias que cumplan con los requerimientos establecidos.

La calidad del líquido para diálisis no puede asegurarse solamente con estudios microbiológicos y químicos, sino que debe asegurarse con la aplicación de procesos válidos y adecuadamente monitoreados para verificar que se encuentre bajo control.

El plan de validación de sistema de tratamiento de agua debe realizarse considerando el diseño inicial del mismo, establecido para cumplir con los requisitos de calidad del agua para las distintas reas hospitalarias.

Tanto los requisitos de la calidad de agua de aporte como de agua tratada deben estar bien establecidos y especificados, así como el entrenamiento necesario para la operación del sistema de los riesgos que se asumen.

El plan de monitoreo del sistema de tratamiento de agua para las distintas áreas como: diálisis, esterilización, calderas, laboratorio, debe basarse en el conocimiento adquirido durante la realización del plan de validación de dicho sistema y con la aplicación de las estrategias validadas por el fabricante.

Plan de validación:

- Mapa de ruta de las actividades del sistema.
- Considera la complejidad del mismo y sus peores escenarios.
- Contempla todas las actividades desde el inicio de su funcionamiento.

### **4.3.1. Procesos de validación**

Una vez presentada la calificación del diseño por el proveedor y aprobada por la dirección técnica del centro, el proceso de validación consta de 3 etapas:

- ✓ calificación de la instalación (CL)
- ✓ clasificación operacional (CO)
- ✓ clasificación del desempeño (CD).

#### **4.3.1.1. Clasificación de la instalación (CI)**

Consiste en la demostración de que el sistema fue instalado de acuerdo al diseño inicial y las recomendaciones del fabricante para dicha instalación.

#### **4.3.1.2. Clasificación operacional (CO)**

Consiste en la demostración que el sistema cumple en suministrar la cantidad y calidad de agua de acuerdo a las especificaciones establecidas en el diseño original.

En esta etapa se establecen todos los parámetros de funcionamiento y las condiciones en las cuales va a operar el sistema, incluyendo la realización de:

- Estudios fisicoquímicos regulares, en los diferentes puntos del tratamiento de agua, que muestran la tendencia y/o desempeño del sistema.
- Estudios microbiológicos regulares para demostrar la calidad en los intervalos entre desinfecciones, las muestras se tomarán previo a la desinfección del sistema.

En este periodo toda la información obtenida es analizada, para evaluar el funcionamiento bajo condiciones de control, y definir la existencia de tendencias.

Frente a desviaciones se realizarán intervenciones, para alcanzar los niveles de acción predefinidos, y mantener parámetros de seguridad para el usuario.

La información y los registros de esta etapa deben incluir como mínimo:

- Registro de ensayos químicos y microbiológicos realizados.
- Registro de la puesta a punto y funcionamiento.
- Calibración de los equipos de medición correspondiente y plan de calibración de los mismos.
- Registro de procedimientos operativos y de muestreo.
- Planes de monitoreo (químico y microbiológico) y mantenimiento.
- Registro del entrenamiento y evaluación de los operadores.
- Evaluación de proveedores.

Como consecuencia de la caracterización del funcionamiento, se establece el plan de monitoreo del tratamiento y aseguramiento de la calidad.

#### **4.3.1.3. Calificación del desempeño (CD)**

Permite demostrar que el sistema opera en forma consistente en el tiempo y se mantiene robusto bajo las condiciones normales de operación establecidas.

Durante esta etapa y como forma de completar la validación del sistema se debería recoger la siguiente información:

- Registro de las pruebas.
- Análisis químicos y microbiológicos
- Indicadores clave (por ejemplo, efectividad del pre tratamiento).
- Gráficos de tendencia de parámetros críticos.

El análisis de la tendencia de los estudios del monitoreo será usado como fuente de información del funcionamiento del sistema, permitiendo intervenciones proactivas sobre el mismo, con consecuencias operacionales y beneficios económicos.

El monitoreo se realiza con parámetros continuos y periódicos, ambos son importantes.

El monitoreo continuo permite identificar desviaciones del funcionamiento técnico habitual, con las siguientes ventajas; identificación precoz de potenciales problemas, rápido y fácil diagnóstico de la causa raíz, implementación de medidas en corto plazo y disparar otros estudios.

La producción de agua tratada para diálisis es un proceso continuo y requiere monitoreo continuo ya que los estudios periódicos son insuficientes para el aseguramiento de la calidad.

#### **4.4. Revalidación.**

La revalidación del sistema de tratamiento de agua deberá realizarse en oportunidad de:

- Modificación de los planes de monitoreo y mantenimiento.
- Modificación del sistema (ej.: sustitución de módulos, cambio de configuración, etc.)
- Cambios en los requisitos de la calidad de agua para hemodiálisis.

#### **Durante la Calificación Operacional:**

- 4 resultados semanales consecutivos que cumplan con los requisitos establecidos (por debajo del “nivel de acción “), habilitan pasar a la siguiente fase.
- Son alcanzados los parámetros físicos químicos establecidos.
- Queda definida frecuencia de: desinfecciones del sistema, estudios microbiológicos y químicos (plan de mantenimiento).

#### **4.5. Gestión de calidad del líquido de diálisis**

Objetivo: obtener en forma continua agua tratada para hemodiálisis que cumpla con los estándares de calidad definidos.

#### **Personal de supervisión**

El éxito en este proceso requiere el compromiso y la colaboración de todo el personal que trabaja en la unidad de diálisis. Es imprescindible el cumplimiento estricto de los protocolos establecidos.

Debe existir un equipo de trabajo profesional, encargado de realizar la gestión de calidad del tratamiento del agua (licenciada en enfermería, médico, ingeniero o encargado del mantenimiento y reparación de la unidad de tratamiento de agua). La gestión de calidad se realizará conjuntamente con el Director Técnico de la Unidad de Hemodiálisis.

El personal encargado de realizar la gestión de calidad debe estar capacitado en el manejo del equipo de tratamiento de agua, conocer la metodología adecuada para los controles y acciones correctoras internas como control el proceso.

### **Medios necesarios**

El protocolo de control de calidad del líquido de diálisis tiene que ser debidamente especificado y seguido por todo el equipo.

El Centro de Diálisis a través de su Director Técnico será responsable de proveer los recursos humanos y materiales necesarios para el cumplimiento de dicho protocolo.

### **Documentación**

Debe existir un registro documentado, donde se anotarán todas las actuaciones realizadas respecto al tratamiento del agua, según especifica este guía. El técnico responsable del tratamiento del agua será el encargado de implementarlo y de verificar su cumplimiento.

Los resultados de los estudios químicos y microbiológicos del agua de diálisis se realizarán de acuerdo a lo establecido en esta guía, serán debidamente registrados y reportados en tiempo y forma.

Se deben tener protocolos de validación y actuación documentados, realizar análisis de tendencia, ya sea de control (estrategia de monitoreo) o bien frente a situaciones adversas (por ejemplo, que se excedan los límites máximos admisibles). También deben quedar registradas las acciones correctivas.

### **4.6. Obtención y procesamiento de muestras para estudio de líquido**

Los resultados, datos y características del agua, proceden de la muestra analizada, por lo que es fundamental extremar el cuidado en la obtención de dicha muestra para que sea representativa.

Se recomienda que la técnica de obtención de muestra para análisis del agua este documentado y sistematizada en cada centro de los distintos equipos que realicen el consumo de la PT.

Los operadores estarán adecuadamente capacitados y entrenados en la tarea, siendo deseable que sea la misma persona quien realice habitualmente el procedimiento. Es importante que exista un responsable de controlar y coordinar dicho proceso.

Para la obtención de cualquier tipo de muestra el sistema debe estar operativo (en funcionamiento) desde 10 a 30 minutos antes del procedimiento en cada uno de sus componentes.

La metodología de análisis empleada será de referencia, claramente definida y constara en el acuerdo entre el servicio de diálisis y el laboratorio proveedor.

#### **4.6.1. Metodología de toma de muestras de agua tratada, estudio microbiológico.**

##### **Materiales:**

- ✓ Frascos estériles de vidrio o plástico (volumen mayor o igual a 100ml)
- ✓ Frascos estériles de vidrio conteniendo 0.1ml defitiosulfato al 3% por cada 100ml de muestra (para extracción de muestras de agua clorada: OSE, tanque de entrada, filtro de arena, etc.).
- ✓ Hisopo de algodón, alcohol 95grados y encendedor (o soplete) para picos metálicos.
- ✓ Hisopo de algodón, alcohol 70grados para picos plásticos. Recipiente para descarte (capacidad mínimo 10 L). conservadora refrigeradora.
- ✓ Guantes descartables.

##### **Procedimiento:**

**1.1.** Lavado de manos.

**1.2.** Rotular el frasco indicando el nombre del centro, punto de muestreo, fecha y hora de muestreo, identificar el operador.

- 1.3. Abrir la canilla (grifo), dejar correr un volumen de agua mínimo de 5 litros, cerrar la canilla.
- 1.4. Limpiar el punto de muestreo con desinfección química o física (térmica): pico plástico (química y mecánica): desinfectar el pico mediante fricción con alcohol 70grados con hisopo, que se repite 3 veces, tiempo de exposición mayor a 15 segundos cada una, permitiendo después su completa evaporación, pico de metal (térmica): embeber el hisopo en alcohol 95grados, encenderlo y quemar el pico procurando que la llama penetre también en el interior, esto puede realizarse con soplete (recomendado por practicidad y seguridad).
- 1.5. No utilizar desinfectantes del tipo hipoclorito o ácido acético.
- 1.6. Abrir la canilla, regular el flujo de agua de manera de obtener un chorro no sin presión y dejar correr un volumen de agua mínimo de 2L. No cerrar el grifo hasta luego de obtener la muestra.
- 1.7. Recolección de la muestra:
- 1.8. Retirar envoltorio del frasco.
- 1.9. Destapar el frasco manteniendo la tapa en la mano, con la cara interior hacia abajo, sin apoyarla en ninguna superficie ni acercarlo a la ropa.
- 1.10. Llenar el frasco dejando una porción el mismo libre que permita la homogenización de la muestra.
- 1.11. Tapar el frasco.
- 1.12. Cerrar grifo.

**NOTAS:** Todos los movimientos deberán realizarse sin interrupciones, al abrigo de corrientes de aire y con las máximas precauciones de asepsia.

- 1.13. Si se emplean (conectores rápidos) para abrir la válvula de seguridad y permitir la salida de agua por los puertos de conexión de las máquinas de diálisis, estos elementos deberán haber sido esterilizados previamente (autoclave o gas).
- 1.14. Trasladar las muestras al laboratorio en conservadora refrigerada ( $5\pm 3$ grados C), SIN CONGELAR), evitando derrames.
- 1.15. Las muestras deben procesarse lo antes posible para evitar cambios en la población microbiana de las mismas, máximo de conservación 24 horas.
- 1.16. Deben usarse guantes descartables.

**1.17.** Se recomienda que la obtención se realice entre dos personas, tratando de minimizar la contaminación cruzada.

#### **4.6.2. Metodología de toma de muestra de agua tratada para análisis fisicoquímico.**

##### **Materiales:**

- ✓ Mover el grifo, hasta no haber realizado la toma.
- ✓ Recipientes de polietileno llenos de agua destilada, libres de aluminio y elementos trazas son frascos especialmente tratados y controlados para no contaminar la muestra a analizar).
- ✓ Recipiente (balde) de 10 litros.
- ✓ Conservadora refrigerada.

##### **Procedimiento:**

Durante la toma de muestras, evitar las corrientes de aire y la circulación de personal.

- 1) Lavado de manos.
- 2) Rotular el recipiente con los siguientes datos: nombre del centro, punto de muestreo, parámetros a determinar en la muestra, fecha y responsable de la toma de muestra.
- 3) Con el sistema en funcionamiento, abrir el grifo de donde va a ser tomada la muestra y dejar correr 5L de agua.
- 4) Regular la salida de agua de manera de obtener un chorro no sin presión (debe evitarse la formación de burbujas de aire)
- 5) Mientras se deja correr el agua (5L), descartar el contenido del recipiente de muestreo y enjuagar el mismo con el agua a analizar un mínimo de 6 veces. En cada enjuague tomar una porción de agua, tapar el recipiente, agitar bien y descartar el agua.

- 6) Tener cuidado de no tocar el interior de la tapa, ni la boca del frasco con la mano, ni con el grifo de agua.
- 7) Luego de realizado el procedimiento anterior, llenar el recipiente con el agua a analizar, hasta que el mismo desborde y asegurarse de taparlo correctamente.
- 8) Trasladar las muestras inmediatamente al laboratorio en conservadora refrigerada ( $5\pm 3$  grados C, SIN CONGELAR) y evitando derrames.

Se incuban las placas a 3 grados C durante 60 a 72 hs. Podrán utilizarse otras combinaciones de tiempo y temperatura que provean resultados equivalentes.

Ningún método provee el recuento microbiano total.

#### **4.7. Control anual/mantenimiento del pozo.**

Se recomienda una limpieza y mantenimiento anual de la perforación, que incluye cepillado y desinfección de la tubería, bombas y accesorios.

La contaminación puede alterar las propiedades físicas, químicas o biológicas del agua, por acción de procesos naturales o artificiales, determinando resultados indeseables.

Este proceso de contaminación puede ser natural (salinización en áreas costeras) o artificial (agro-químicos en zona rural, hidrocarburos, vertederos de industrias, materia orgánica en zona urbana). Las características físico químicas que debe tener son las del agua potable.

## CAPITULO V

### Propuesta de dispositivos para repotenciar una planta de tratamiento de agua potable

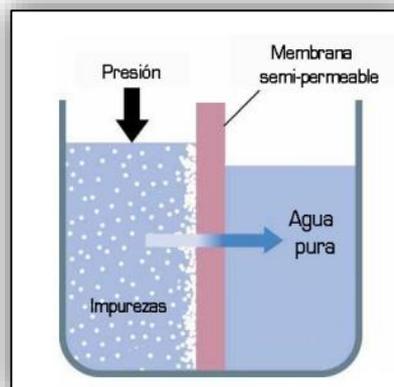
#### 5.1. Tratamiento de Doble ósmosis inversa

Es el proceso clave del tratamiento del agua, ya que permite la eliminación efectiva del: (96 – 99) % de sustancias inorgánicas, compuestos orgánicos, microorganismos y pirógenos; sin embargo, no se extrae cloraminas.

El sistema de dos etapas nos ayuda a bajar la carga de minerales al primer recircula miento del agua, porque aprovechamos el 100% del rechazo de la 2da, ya que lo regresa a la primera disminuyendo la cantidad de agua dura consumida.

En este proceso el agua es traspasada a presión por unas membranas semipermeables, el objetivo es lograra agua pura.

**Figura # 27 Filtro Ablandador**



**Fuente:** (Purepro, 2018).

Periódicamente es necesario desinfectar y desincrustar el equipo de osmosis, que presentara saturación de membranas y que es un proceso normal, pero tiene que cumplir dos condiciones que son:

- Elaboración de presión a la entrada por las membranas semipermeables
- Y por disminución de la presión en el paso del agua por las membranas

La vida de la membrana depende fundamentalmente de la etapa de pre-filtrado como su composición.

## 5.2. Sistema De Doble Osmosis inversa de paso doble.

*Figura # 28 Ósmosis inversa Doble*



**Fuente:** Propia

Con una conductividad de  $2.1 \mu\text{s}/\text{cm}$  como esta significa que tengo un aluminio aproximado a 0.01 en el agua ya que es el metal pesado más difícil de sacar.

### 5.2.1. Sistema de osmosis inversa de doble paso on line

**Objetivo:** conseguir agua de alta pureza para utilización de máquina de hemodiálisis.

- **Etapa 1:** Captación de agua cruda. Estanque.
- **Etapa 2:** Filtración de partículas gruesas.
- **Etapa 3:** Carbón activado.
- **Etapa 4:** Ablandador de agua.
- **Etapa 5:** Filtro de partículas ante de ósmosis.
- **Etapa 6:** Ósmosis, 97% retención.
- **Etapa 7:** estanque acumulador de  $1 \text{ m}^3$  que soporte grandes caudales de succión. Incorpora venteo estéril para evitar contaminación.
- **Etapa 8:** Segunda osmosis. 97% sobre el 97% anterior = 99.99% de pureza para poder aprovechar el recurso que el agua de rechazo se lo retorna a la etapa 1 en donde se mezcla con el agua de red.
- **Etapa 9:** Para mantener el nivel de pureza del agua no consumida en la hemodiálisis, toca regresarlo a la etapa 7 que se mezcla con el agua del tanque igual que el rechazo de la ósmosis 2.

**Tabla # 16 Evolución de los parámetros bioquímicos tras el cambio de HD o HDF convencional a HDF en línea**

|                        | <b>Basal</b> | <b>6 meses</b> | <b>12 meses</b> | <b>18 meses</b> | <b>24 meses</b> |
|------------------------|--------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Creatinina mg/dl       | 8.9          | 8.6            | 8.6             | 8.9             | 9.4             |
| Sodio mEq/L            | 141.5        | 140.3          | 140.4           | 142             | 139.5           |
| Potasio mEq/L          | 5.4          | 5.2            | 5.2             | 5.5             | 5.3             |
| Bic. Pre mEq/L         | 21.6         | 22.1           | 21.9            | 22.9            | 22.7            |
| Bic. post mEq/L        | 26.1         | 26.6           | 26.5            | 27.4            | 26.6            |
| A. Úrico mEq/L         | 5.78         | 5.85           | 5.94            | 5.83            | 6.1             |
| Magnesio mg/dL         | 2.6          | 2.5            | 2.6             | 2.7             | 2.6             |
| Calcio mg/dL           | 9.8          | 10.1           | 10.2            | 9.9             | 9.5             |
| Fosforo mg/dL          | 5.1          | 4.4            | 4.5             | 4.9             | 4.8             |
| PTHrP pg/dL            | 221          | 194            | 201             | 238             | 133             |
| Colesterol total mg/dL | 175          | 181            | 172             | 186             | 184             |
| In-glicéridos mg/dL    | 144          | 168            | 164             | 150             | 167             |
| Proteínas Totales g/dL | 6.93         | 7.03           | 6.93            | 6.92            | 6.91            |
| Albúmina g/dL          | 4.02         | 3.91           | 3.95            | 3.89            | 3.87            |
| Aluminio mg/dL         |              | 24.2           | 22.8            | 26.4            | 21.5            |

*Fuente: Propia*

### **5.2.2. (Líquido de diálisis) diasafe**

En un ultra-filtro o micro filtro de poro sub-micrómetro usado para asegurar la pureza del agua. Por su poder de absorción retiene cualquier contaminante del líquido de diálisis.

Este se encuentra colocado en la parte trasera del monitor, el líquido de diálisis al pasar por el DIASAFE plus se convierte en << líquido de diálisis ultra-puro >> (< 1UFC/ml y < 0.03 UE/ml) se hace pasar por el dializador.

Cuando la técnica de diálisis utilizada es al *HDF ONLINE* parte del << líquido de diálisis ultra-puro >> Diasafe es para obtener << líquido de diálisis ultra-puro >> que se re-infunde al paciente por vía IV.

**Tabla # 17 Porcentajes de Remoción de sólidos según proceso de Ósmosis Inversa**

| <b>1</b>                      | <b>2</b>     | <b>3</b>           |             | <b>4</b>             | <b>5</b>                 |             | <b>6</b>             | <b>7</b>                 |             | <b>8</b>             |
|-------------------------------|--------------|--------------------|-------------|----------------------|--------------------------|-------------|----------------------|--------------------------|-------------|----------------------|
| <b>Componentes Físicos</b>    | <b>Norma</b> | <b>AGUA DE RED</b> | <b>UK=2</b> | <b>% por Remover</b> | <b>Ósmosis Inversa 1</b> | <b>UK=2</b> | <b>% de Remoción</b> | <b>Ósmosis Inversa 2</b> | <b>UK=2</b> | <b>% de Remoción</b> |
| Cloro totales                 | 0,05         | < 0,05             |             | 0%                   | < 0,05                   |             | 0%                   | < 0,05                   |             | 0%                   |
| <b>Inorgánicos no Metales</b> |              |                    |             |                      |                          |             |                      |                          |             |                      |
| Fluoruros                     | 0,1          | 0,1                | 0           | 0%                   | 0,1                      | 0           | 0%                   | < 0,1                    | 0           | 0%                   |
| Nitratos                      | 2            | 3,1                | 0,4         | 55%                  | 1,33                     | 0,29        | 57%                  | 0,21                     | 0,17        | 84%                  |
| Sulfatos                      | 100          | 55                 | 9,57        | -45%                 | 20                       | 4,36        | 64%                  | 1                        | 0,17        | 95%                  |
| <b>Metales</b>                |              |                    |             |                      |                          |             |                      |                          |             |                      |
| Plata                         | 0,01         | < 0,01             |             | 0%                   | < 0,01                   |             | 0%                   | < 0,01                   |             | 0%                   |
| Arsenio                       | 0,01         | < 0,01             |             | 0%                   | < 0,01                   |             | 0%                   | < 0,01                   |             | 0%                   |
| Bario                         | 0,1          | < 0,1              |             | 0%                   | < 0,1                    |             | 0%                   | < 0,1                    |             | 0%                   |
| Calcio                        | 2            | 2,9                |             | 45%                  | 1,95                     |             | 33%                  | 1,02                     |             | 48%                  |
| Cadmio                        | 0,01         | < 0,01             |             | 0%                   | < 0,01                   |             | 0%                   | < 0,01                   |             | 0%                   |
| Cromo                         | 0,014        | < 0,01             |             | -29%                 | < 0,01                   |             | 0%                   | < 0,01                   |             | 0%                   |
| Mercurio                      | 0,005        | < 0,005            |             | 0%                   | < 0,005                  |             | 0%                   | < 0,005                  |             | 0%                   |
| Magnesio                      | 2            | 8,113              |             | 306%                 | 0,173                    |             | 98%                  | 0,085                    |             | 51%                  |
| Sodio                         | 70           | 26,13              |             | -63%                 | 2,76                     |             | 89%                  | 2,17                     |             | 21%                  |
| Aluminio                      | 0,1          | < 0,039            |             | -61%                 | < 0,039                  |             | 0%                   | < 0,039                  |             | 0%                   |
| Cobre                         | 0,1          | < 0,03             |             | -70%                 | < 0,03                   |             | 0%                   | < 0,03                   |             | 0%                   |
| Potasio                       | 2            | 2,4                |             | 20%                  | 0,1                      |             | 96%                  | 0,1                      |             | 0%                   |
| Zinc                          | 0,1          | < 0,059            |             | -41%                 | < 0,059                  |             | 0%                   | < 0,059                  |             | 0%                   |
| Plomo                         | 0,05         | < 0,05             |             | 0%                   | < 0,05                   |             | 0%                   | < 0,05                   |             | 0%                   |
| Selenio                       | 0,09         | < 0,01             |             | -89%                 | < 0,01                   |             | 0%                   | < 0,01                   |             | 0%                   |
| <b>Componentes Orgánicos</b>  |              |                    |             |                      |                          |             |                      |                          |             |                      |
| Cloraminas                    | 0,1          | < 0,04             |             | -60%                 | < 0,04                   |             | 0%                   | < 0,04                   |             | 0%                   |

*Fuente: Propia*

1. Sustancias encontradas en el agua
2. Máximos permitidos en aguas hospitalarias AAMI
3. Resultados del análisis del agua de la red
4. Porcentaje que falta de remover del agua
5. Resultados del análisis del agua obtenidos después de la primera Ósmosis Inversa
6. Porcentaje de remoción de la primera ósmosis inversa
7. Resultados del análisis del agua obtenidos después de la segunda Ósmosis Inversa
8. Porcentaje de remoción de la segunda ósmosis inversa

## **CAPITULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **6.1. Conclusiones**

Se analizó las especificaciones técnicas de los distintos productos modernos en el mercado, escogiendo los mejores equipos que por su características, rentabilidad y funcionamiento, otorgan un buen tratamiento del agua; obteniendo de esta manera un resultado del 99.9% de agua pura.

Mediante el proceso de sedimentación, clarificación, descalcificador por filtros y el método estándar de ósmosis inversa, obtuvimos el producto final del agua con el 57% de remoción de nitratos, 64% de remoción de sulfatos, 33% de remoción de Calcio, 98% de remoción de Magnesio, 89% de remoción de sodio y 96% de remoción de potasio, eliminando así los metales pesados y sólidos que se encontraban en dicho fluido.

A través del estudio realizado a una muestra de agua, al final del proceso de filtrado y ósmosis inversa, los resultados finales obtenidos se encontraron bajos el rango de los máximos permisibles de las normas AAMI, UNE 111, Pharmacopea Europea, con un 99,99 de remoción de material contaminantes, satisfaciendo de esta manera los parámetros normalizados en las distintas áreas hospitalarias.

Al supervisar la PTAP en funcionamiento, se sugirió la propuesta para repotenciar su productividad y rendimiento, usando un método doble del propio sistema estándar de ósmosis inversa que daría más seguridad al otorgar un 50% de remoción añadido al sistema genuino para un más alto grado de pureza del líquido y seguridad en la producción de líquido tratado.

### **6.2. Recomendaciones**

Cada centro y su equipo técnico debe seleccionar el método de desincrustación/desinfección a utilizar, teniendo en cuenta que todos los componentes del

sistema son susceptibles de contaminación microbiana ( saturación de Filtros) y la desinfección es el único medio efectivo de disminuir e inactivar la planta de tratamiento.

Se recomienda tener en cuenta las cargas de los distintos equipos, para una buena distribución de accesorios eléctricos, que evitara la sobrecarga y los anuncios de emergencias falsos del sistema automático de monitoreo.

La calidad del líquido para zonas hospitalarias principalmente diálisis y esterilización, no puede asegurarse solamente con estudios microbiológicos y químicos, sino que debe asegurarse con la aplicación de procesos válidos y adecuadamente monitoreados trimestrales para verificar que se encuentre bajo control.

El plan de validación de sistema de tratamiento de agua debe realizarse considerando el diseño inicial del mismo, establecido para cumplir con los requisitos de calidad del agua para las distintas reas hospitalarias.

# ANEXOS

**Anexos # 1 Manómetros de presión en tuberías**

*Fuente: Propia*

**Anexos # 2 Distribución de agua a diferentes áreas**

*Fuente: Propia*

**Anexos # 3 Osmosis inversa ultra-filtro**

*Fuente: Propia*

**Anexos # 4 Tanque de almacenamiento y despresurizador**

*Fuente: Propia*

**Anexos # 5 Tanque de Agua pura y Òsmosis inversa**

*Fuente: Propia*

**Anexos # 6 Sistema de filtraciòn**

*Fuente: Propia*

**Anexos # 7 Ósmosis inversa Mando**

*Fuente: Propia*

**Anexos # 8 Sistema de tratamiento de agua**

*Fuente: Propia*

**Anexos # 9 Tanque de descalsificacion de salmuera**



*Fuente: Propia*

**Anexos # 10 Tanque de almacenamiento y Ósmosis inversa**



*Fuente: Propia*

## Anexos # 11 Análisis de agua Agosto

|  |                   |  |
|--|-------------------|--|
| Rotulación Muestra:                          | OSMOSIS 2-LINEA 1 | Método Adaptado de Referencia / Método Interno |
| Fecha de Muestreo:                           | 28-ago-17         |  |
| No. Reporte Gruentec:                        | 1708455-AG001     |  |
| <b>Parámetros de campo:</b>                  |                   |  |
| Cloro libre mg/l <sup>(1,2,3)</sup>          | <0.1              | SM 4500 O,G / MM-AG-07                         |
| Cloro total residual mg/l <sup>(1,2)</sup>   | <0.1              | EPA 330.5 / MM-AG-07                           |
| <b>Aniones y No Metales:</b>                 |                   |  |
| Amonio mg/l <sup>(1,2)</sup>                 | <0.02             | SM 4500 Norg / MM-AG-15                        |
| Fluoruro mg/l <sup>(1,2)</sup>               | <0.05             | EPA 300.1 / MM-AG-37                           |
| Nitrato mg/l <sup>(1,2)</sup>                | 0.07              | EPA 300.1 / MM-AG-37                           |
| Nitrato como Nitrógeno mg/l <sup>(1,2)</sup> | <0.05             | EPA 300.1 / MM-AG-37                           |
| Sulfato mg/l <sup>(1,2)</sup>                | <0.05             | EPA 300.1 / MM-AG-37                           |
| <b>Metales totales:</b>                      |                   |  |
| Aluminio mg/l <sup>(1,2)</sup>               | <0.01             | EPA 6020 B / MM-AG/S-39                        |
| Antimonio mg/l <sup>(1,2)</sup>              | <0.0001           | EPA 6020 B / MM-AG/S-39                        |
| Arsénico mg/l <sup>(1,2)</sup>               | <0.0005           | EPA 6020 B / MM-AG/S-39                        |
| Bario mg/l <sup>(1,2)</sup>                  | 0.0006            | EPA 6020 B / MM-AG/S-39                        |
| Berilio mg/l <sup>(1,2)</sup>                | <0.0002           | EPA 6020 B / MM-AG/S-39                        |
| Cadmio mg/l <sup>(1,2)</sup>                 | <0.0001           | EPA 6020 B / MM-AG/S-39                        |
| Calcio mg/l <sup>(1,2)</sup>                 | 0.78              | EPA 6020 B / MM-AG/S-39                        |
| Cobre mg/l <sup>(1,2)</sup>                  | 0.014             | EPA 6020 B / MM-AG/S-39                        |
| Cromo mg/l <sup>(1,2)</sup>                  | <0.0002           | EPA 6020 B / MM-AG/S-39                        |
| Magnesio mg/l <sup>(1,2)</sup>               | 0.05              | EPA 6020 B / MM-AG/S-39                        |
| Mercurio mg/l <sup>(1,2)</sup>               | <0.0001           | EPA 6020 B / MM-AG/S-39                        |
| Plata mg/l <sup>(1,2)</sup>                  | <0.0001           | EPA 6020 B / MM-AG/S-39                        |
| Plomo mg/l <sup>(1,2)</sup>                  | <0.0005           | EPA 6020 B / MM-AG/S-39                        |

Fuente: (Agroscopio, 2018)

**Anexos # 13 Análisis de agua Agosto**

**Anexos # 12 Análisis de agua Agosto**

|                      |   | <b>REGISTRO DE MUESTREO SIMPLE - AGUA</b>                    |                                |  |  |                         |
|----------------------|---|--|--------------------------------|--|--|-------------------------|
| <b>Rotulac</b>       | <b>PROYECTO:</b>  | Análisis de agua para hemodiálisis                           |                                | <b>TÉCNICO:</b>  | José Barba   |                         |
| <b>Fecha d</b>       | <b>EMPRESA:</b>   | COMPAÑIA LA SOLUCION TOTAL S.A. SOLUTOSA                     |                                |  |  |                         |
| <b>No. Rep</b>       | <b>IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA</b>   |  |                                |  |  |                         |
| <b>Paráme</b>        | <b>ID muestra:</b>  | OSMOSIS 2-LINEA 1  |                                | <b>ID muestra Lab:</b>   | SOU-1708455-AG001  |                         |
| <b>Cloro lib</b>     | <b>Sitio/ubicación:</b>   | Provincia Guayas, Cantón Guayaquil, Hospital del IESS-Ceibos |                                | <b>Coordenadas:</b>  | 17 M   | 617849 ± 3 m            |
| <b>Cloro tot</b>     |   |  |                                |  | 9759339  |                         |
| <b>Aniones</b>       | <b>Fecha y hora:</b>  | 28/08/2017   | 9:40                           | <b>Datum:</b>  | WGS 84   |                         |
| <b>Amonio</b>        |   |  |                                | <b>Cadena Custodia N°:</b>   | N/A  |                         |
| <b>Fluoruro</b>      | <b>METODOLOGÍA</b>  |  |                                |  |  |                         |
| <b>Nitrato n</b>     | Se siguió el procedimiento para el muestreo de Matrices Líquidas y Sólidas MP-DC-06, determinado por Gruentec Cía. Ltda., así como lo establecido para el muestreo simple de aguas en los anexos: MP-DC-06- AN-04 Muestreo de Agua Potable y de Consumo, MP-DC-06- AN-06 Muestreo en Ríos, MP-DC-06- AN-13 Muestreo de Aguas Residuales y de Proceso, aplicado según la matriz a muestrear. |  |                                |  |  |                         |
| <b>Nitrato c</b>     | <b>TIPO DE MUESTRA</b>  |  |                                |  |  |                         |
| <b>Sulfato r</b>     | <b>Inmisión</b>   | Residual   |                                | Potable  | X  | Superficial             |
| <b>Metales</b>       | <b>Captación</b>  | Descarga (Emisión)   |                                | Proceso  |  | Superficial agua de mar |
| <b>Aluminic</b>      | <b>Otros (Especificar):</b>   | N/A  |                                | <b>Frecuencia descarga:</b>  | N/A  |                         |
| <b>Antimon</b>       | <b>Tratamiento previo al punto de monitoreo (SI/ N/A)</b>   | SI   | <b>Tipo de tratamiento:</b>    | Doble proceso de ósmosis inversa   |  |                         |
| <b>Arsénico</b>      | <b>SITIO DE MUESTREO</b>  |  |                                |  |  |                         |
| <b>Bario mg</b>      | <b>Descripción física del punto de toma de muestra</b>  |  |                                | <b>Condiciones meteorológicas (Alto-Medio-Bajo-No)</b>   |  |                         |
| <b>Berilio n</b>     |   |  |                                | El punto de monitoreo se ubica pasado el tratamiento de Ósmosis Inversa, en la válvula de revisión previo a la cámara de almacenamiento de agua para hemodiálisis. |  |                         |
| <b>Cadmio</b>        |   |  |                                | Humedad  | Bajo   |                         |
| <b>Calcio n</b>      | <b>Facilidades de muestreo</b>  | Sitio accesible  |                                | Viento   | Nulo   |                         |
| <b>Cobre m</b>       | <b>APARIENCIA DE LA MUESTRA (Ausencia o Presencia)*</b>   |  |                                |  |  |                         |
| <b>Cromo m</b>       | <b>Olor</b>   | Ausencia   |                                | <b>Sólidos</b>   | Ausencia   |                         |
| <b>Magnesio</b>      | <b>Color</b>  | Ausencia   |                                | <b>Materia flotante</b>  | Ausencia   |                         |
| <b>Mercurio</b>      | <b>Espuma</b>   | Ausencia   |                                | <b>Aceites y grasas</b>  | Ausencia   |                         |
| <b>Plata mg/l</b>    | <b>Turbidez</b>   | Ausencia   |                                | <b>Otro (algas, etc.)</b>  | Ausencia   |                         |
| <b>Plomo mg</b>      | <b>VERIFICACIÓN DE EQUIPOS Y DUPLICADOS</b>   |  |                                |  |  |                         |
| <b>Rotulaci</b>      | <b>Equipos utilizados:</b>  |  | <b>Estándar:</b>               |  | <b>Observaciones</b>   |                         |
| <b>Fecha d</b>       | <b>Equipos:</b>   | Mulp 16  | <b>pH (N/A):</b>               | N/A  | N/A  |                         |
| <b>No. Rep</b>       | <b>Sondas:</b>  | ELEC 78  | <b>Conductividad (µS/cm):</b>  | 1000-998   | Verificación de la conductividad   |                         |
| <b>Metales</b>       |   |  | <b>Oxígeno Disuelto (mg/L)</b> | N/A  | N/A  |                         |
| <b>Potasio r</b>     | <b>MEDICIÓN DE PARÁMETROS IN SITU</b>   |  |                                |  |  |                         |
| <b>Selenio r</b>     | <b>Parámetro</b>  | <b>Unidades</b>  | <b>Valor</b>                   | <b>Duplicado</b>   | <b>Observaciones</b>   |                         |
| <b>Sodio mg</b>      | pH  | -  | n.d.                           | 2  | N/A No aplica-. n.d No determinado (Parámetros no requeridos)<br>* Muestra incolora.<br><br>Para la toma de esta muestra se utilizaron materiales estériles con el fin de que no exista contaminación externa. |                         |
| <b>Talio mg/l</b>    | Conductividad   | uS/cm  | 2                              | 2  |  |                         |
| <b>Zinc mg/l</b>     | Temperatura muestra   | °C   | n.d.                           | n.d.   |  |                         |
| <b>Registros</b>     | Temperatura muestra corregida**   | °C   | n.d.                           | n.d.   |  |                         |
| <b>(1) Acreditac</b> | Temperatura ambiente  | °C   | n.d.                           | n.d.   |  |                         |
| <b>Los ensayo</b>    | Caudal  | L/s  | n.d.                           | n.d.   |  |                         |
| <b>INCERTID</b>      | Turbidez  | FAU  | n.d.                           | n.d.   |  |                         |
| <b>INCERTID</b>      | Oxígeno Disuelto  | mg/L   | n.d.                           | n.d.   |  |                         |
| <b>Amonio = 11</b>   | % Saturación Oxígeno  | %  | n.d.                           | n.d.   |  |                         |
| <b>Agua = 18%</b>    | Potencial Redox   | mV   | n.d.                           | n.d.   |  |                         |
|                      | Cloro residual libre  | mg/L   | <0.1                           | <0.1   |  |                         |
|                      | Cloro residual total  | mg/L   | <0.1                           | <0.1   |  |                         |

Cálculo: C +/- (Ux/C/100) en donde: C=valor medido; U= incertidumbre %.

**Fuente:** (Agroscopio, 2018)

**Anexos # 14 Análisis de agua Junio**

| Rotulación Muestra:                          | SALIDA OSMOSIS<br>FINAL<br>Hospital Los Ceibos | Método Adaptado de Referencia<br>/ Método Interno |
|--|--|---|
| Fecha de Muestreo:                           | 23-jun-17                                      |   |
| No. Reporte Gruentec:                        | 1706433-AG001                                  |   |
| <b>Parámetros de campo:</b>                  |  |   |
| Cloro libre mg/l <sup>(1,2,3)</sup>          | <0.1   | SM 4500 O,G / MM-AG-07                            |
| Cloro total residual mg/l <sup>(1,2)</sup>   | <0.1   | EPA 330.5 / MM-AG-07                              |
| <b>Aniones y No Metales:</b>                 |  |   |
| Amonio mg/l <sup>(1,2)</sup>                 | <0.02  | SM 4500 Norg / MM-AG-15                           |
| Cloruro mg/l <sup>(1,2)</sup>                | 0.05   | EPA 300.1 / MM-AG-37                              |
| Fluoruro mg/l <sup>(1,2)</sup>               | <0.05  | EPA 300.1 / MM-AG-37                              |
| Nitrato mg/l <sup>(1,2)</sup>                | <0.05  | EPA 300.1 / MM-AG-37                              |
| Nitrato como Nitrógeno mg/l <sup>(1,2)</sup> | <0.05  | EPA 300.1 / MM-AG-37                              |
| Sulfato mg/l <sup>(1,2)</sup>                | 0.08   | EPA 300.1 / MM-AG-37                              |
| <b>Metales disueltos:</b>                    |  |   |
| Aluminio mg/l <sup>(1,2)</sup>               | <0.01  | EPA 6020 B / MM-AG/S-39                           |
| Antimonio mg/l <sup>(1,2)</sup>              | <0.0001  | EPA 6020 B / MM-AG/S-39                           |
| Arsénico mg/l <sup>(1,2)</sup>               | <0.0005  | EPA 6020 B / MM-AG/S-39                           |
| Bario mg/l <sup>(1,2)</sup>                  | <0.0002  | EPA 6020 B / MM-AG/S-39                           |
| Berilio mg/l <sup>(1,2)</sup>                | <0.0002  | EPA 6020 B / MM-AG/S-39                           |
| Cadmio mg/l <sup>(1,2)</sup>                 | <0.0001  | EPA 6020 B / MM-AG/S-39                           |
| Calcio mg/l <sup>(1,2)</sup>                 | <0.05  | EPA 6020 B / MM-AG/S-39                           |
| Cobre mg/l <sup>(1,2)</sup>                  | <0.005   | EPA 6020 B / MM-AG/S-39                           |
| Cromo mg/l <sup>(1,2)</sup>                  | <0.0002  | EPA 6020 B / MM-AG/S-39                           |
| Magnesio mg/l <sup>(1,2)</sup>               | <0.02  | EPA 6020 B / MM-AG/S-39                           |
| Mercurio mg/l <sup>(1,2)</sup>               | <0.0001  | EPA 6020 B / MM-AG/S-39                           |
| Plata mg/l <sup>(1,2)</sup>                  | <0.0001  | EPA 6020 B / MM-AG/S-39                           |
| Plomo mg/l <sup>(1,2)</sup>                  | <0.0005  | EPA 6020 B / MM-AG/S-39                           |
| Potasio mg/l <sup>(1,2)</sup>                | <0.05  | EPA 6020 B / MM-AG/S-39                           |
| Selenio mg/l <sup>(1,2)</sup>                | <0.001   | EPA 6020 B / MM-AG/S-39                           |
| Sodio mg/l <sup>(1,2)</sup>                  | 0.35   | EPA 6020 B / MM-AG/S-39                           |
| Talio mg/l <sup>(1,2)</sup>                  | <0.0001  | EPA 6020 B / MM-AG/S-39                           |
| Zinc mg/l <sup>(1,2)</sup>                   | <0.005   | EPA 6020 B / MM-AG/S-39                           |

**Fuente:** (Agroscopio, 2018)

## Anexos # 15 Análisis de agua Junio

| REGISTRO DE MUESTREO SIMPLE - AGUA  |  |   |  | GRUNtec<br>ENVIRONMENTAL SERVICES |         |                         |
|---|--|---|--|-----------------------------------|---------|-------------------------|
| PROYECTO:   | Análisis en agua de diálisis.  |   | TÉCNICO:                                 | Michael Jaramillo                 |         |                         |
| EMPRESA:  | SOLUTOSA Solución Total S.A  |   |  |                                   |         |                         |
| IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA  |  |   |  |                                   |         |                         |
| ID muestra:   | Salida Osmosis Inversa Final.  |   | ID muestra Lab:                          | SOU-1706433-AG001                 |         |                         |
| Sitio/ubicación:  | Av del Bombero, hospital Los Ceibos, área de Diálisis, segundo piso. |   | Coordenadas:                             | 17 M                              | 617778  | ± 3 m                   |
|   |  |   |  |                                   | 9759422 |                         |
| Fecha y hora:   | 23/06/2017   | 09:00:00  | Datum:                                   | WGS 84                            |         |                         |
| METODOLOGÍA   |  |   |  |                                   |         |                         |
| Se siguió el procedimiento para el muestreo de Matrices Líquidas y Sólidas MP-DC-06, determinado por Gruentec Cía. Ltda., así como lo establecido para el muestreo simple de aguas en los anexos: MP-DC-06- AN-04 Muestreo de Agua Potable y de Consumo, MP-DC-06- AN-06 Muestreo en Ríos, MP-DC-06- AN-13 Muestreo de Aguas Residuales y de Proceso, aplicado según la matriz a muestrear. |  |   |  |                                   |         |                         |
| TIPO DE MUESTRA   |  |   |  |                                   |         |                         |
| Inmisión  |  | Residual  |  | Potable                           |         | Superficial             |
| Captación   |  | Descarga (Emisión)  |  | Proceso                           | x       | Superficial agua de mar |
| Otros (Especificar):  | N/A  |   | Frecuencia descarga:                     | N/A                               |         |                         |
| Tratamiento previo al punto de monitoreo (SI/ N/A)  | SI   | Tipo de tratamiento:  | OSMOSIS INVERSA                          |                                   |         |                         |
| SITIO DE MUESTREO   |  |   |  |                                   |         |                         |
| Descripción física del punto de toma de muestra   |  |   | Condiciones meteorológicas               |                                   |         |                         |
| El punto de monitoreo se ubica dentro de la planta de agua del Hospital "Los Ceibos". La muestra es tomada en la salida de agua del tratamiento de osmosis inversa.   |  |   | Lluvia                                   | Nulo                              |         |                         |
|   |  |   | Humedad                                  | Medio                             |         |                         |
| Facilidades de muestreo   | El cliente brinda todas las facilidades para el muestreo.            |   | Viento                                   | Bajo                              |         |                         |
| APARIENCIA DE LA MUESTRA (Ausencia o Presencia)*  |  |   |  |                                   |         |                         |
| Olor  | Ausencia   |   | Sólidos                                  | Ausencia                          |         |                         |
| Color   | Ausencia   |   | Materia flotante                         | Ausencia                          |         |                         |
| Turbidez  | Ausencia   |   | Otro (iridiscencia, espuma, algas, etc.) | Ausencia                          |         |                         |
| MEDICIÓN DE PARÁMETROS IN SITU  |  |   |  |                                   |         |                         |
| Parámetro   | Unidades   | Valor   | Fotografía                               |                                   |         |                         |
| pH  | -  | n.d   |  |                                   |         |                         |
| Conductividad   | uS/cm  | n.d   |  |                                   |         |                         |
| Temperatura muestra   | °C   | n.d   |  |                                   |         |                         |
| Temperatura corregida   | °C   | n.d   |  |                                   |         |                         |
| Temperatura ambiente  | °C   | n.d   |  |                                   |         |                         |
| Caudal  | L/s  | n.d   |  |                                   |         |                         |
| Turbidez  | FAU  | n.d   |  |                                   |         |                         |
| Oxígeno Disuelto  | mg/L   | n.d   |  |                                   |         |                         |
| % Saturación Oxígeno  | %  | n.d   |  |                                   |         |                         |
| Potencial Redox   | mV   | n.d   |  |                                   |         |                         |
| Cloro residual libre  | mg/L   | <0.1  |  |                                   |         |                         |
| Cloro residual total  | mg/L   | <0.1  |  |                                   |         |                         |
| Equipos utilizados:   | Equipo Sonda   | Potenciometro WTW pH 3110/ Conductivimetro WTW 330i<br>pH (POTE 03) / Conductividad (ELEC 46) / |  |                                   |         |                         |
| OBSERVACIONES   |  |   |  |                                   |         |                         |
| N/A No aplica-. n.d No determinado (Parámetros no requeridos)<br>* Muestra clara.<br>Se utilizaron materiales estériles para la toma de muestra.<br>El agua tomada va hacia las máquinas de diálisis del Hospital "Los Ceibos"  |  |   |  |                                   |         |                         |

Fuente: (Agroscopio, 2018)

### Anexos # 16 Análisis de agua de red

Punto e Identificación de la Muestra: Punto 1 - Agua de red  
 Norma Técnica de muestreo (1): INEN 2169/2176:2013 - PG/GQM/09-Agua  
 Matriz de la muestra: AGUA  
 Muestreado por: GRUPO QUIMICO MARCOS C. LTDA  
 Muestreador: CG-DB  
 Tipo de Muestreo: Simple  
 Coordenadas Geográficas: 17M0617838 - 9759312

GRUPO QUIMICO MARCOS Cia. Ltda.  
 LA AUSENCIA DE ESTE SELLO INVALIDA EL  
 ORIGEN DEL INFORME DE RESULTADOS  
 MC2201-11

| Parámetro                             | Resultado | U K=2 | Unidades | Método Analítico | Analizado    |
|---------------------------------------|-----------|-------|----------|------------------|--------------|
| <b>AGREGADOS/COMPONENTES FISICOS:</b> |           |       |          |                  |              |
| Cloro Total (1)                       | < 0,05    | ---   | mg/l     | 4500 CI G        | 27/04/17 LS  |
| <b>INORGANICOS NO METALES:</b>        |           |       |          |                  |              |
| Fluoruros (1)                         | 0,1       | 0,0   | mg/l     | PEE-GQM-FQ-35    | 03/05/17 LS  |
| Nitratos                              | 3,10      | 0,40  | mg/l     | PEE-GQM-FQ-10    | 28/04/17 LS  |
| Sulfatos                              | 55,00     | 9,57  | mg/l     | PEE-GQM-FQ-28    | 03/05/17 LS  |
| <b>METALES:</b>                       |           |       |          |                  |              |
| Plata (4)                             | <0,010    | ---   | mg/l     | PEE/ANNCY/74     | 05/05/17 LS3 |
| Arsenico (4)                          | <0,010    | ---   | mg/l     | PEE/ANNCY/74     | 05/05/17 LS3 |
| Bario (4)                             | <0,100    | ---   | mg/l     | PEE/ANNCY/74     | 05/05/17 LS3 |
| Calcio (1)                            | 29,02     | ---   | mg/l     | PEE-GQM-FQ-33    | 11/05/17 AUT |
| Cadmio (4)                            | <0,010    | ---   | mg/l     | PEE/ANNCY/74     | 05/05/17 LS3 |
| Cromo (4)                             | <0,010    | ---   | mg/l     | PEE/ANNCY/74     | 05/05/17 LS3 |
| Mercurio (4)                          | <0,005    | ---   | mg/l     | PEE/ANNCY/80     | 05/05/17 LS3 |
| Magnesio (1)                          | 8,113     | ---   | mg/l     | PEE-GQM-FQ-33    | 11/05/17 AUT |

| ---  | No. Aplica                 | N.E.   | No Efectuado                              | Método Analítico: Standard Methods 2012, 22 th edition |
|------|----------------------------|--------|---|--|
| < LD | Menor al Limite Detectable | L.M.P. | Limite Máximo Permisible                  |  |
| U    | Incertidumbre              | P.E.E. | Procedimiento específico de ensayo de GQM |  |

1: Parámetros/Actividad de muestreo, no incluidos en el alcance de acreditación ISO 17025 por el SAE. La cadena de custodia se asegura mediante PG0905  
 2: Parámetros subcontratados no acreditados  
 3: Parámetros acreditados cuyos resultados están fuera del alcance de acreditación  
 4: Parámetros subcontratados acreditados por el laboratorio subcontratista, competencia evaluada - Cap. 5 MC; ver alcance en [www.acreditacion.gob.ec](http://www.acreditacion.gob.ec)

|              |         |     |      |               |              |
|--------------|---------|-----|------|---------------|--------------|
| Sodio (1)    | 26,13   | --- | mg/l | 3120 B        | 11/05/17 AUT |
| Aluminio (3) | < 0,039 | --- | mg/l | PEE-GQM-FQ-12 | 09/05/17 JV  |
| Cobre (3)    | < 0,03  | --- | mg/l | PEE-GQM-FQ-19 | 04/05/17 LS  |
| Potasio (1)  | 2,4     | --- | mg/l | 3500 K B      | 09/05/17 LS  |
| Zinc (3)     | < 0,059 | --- | mg/l | PEE-GQM-FQ-24 | 04/05/17 LS  |
| Plomo (4)    | <0,050  | --- | mg/l | PEE/ANNCY/74  | 05/05/17 LS3 |
| Selenio (4)  | <0,010  | --- | mg/l | PEE/ANNCY/74  | 05/05/17 LS3 |

| Parámetro                     | Resultado | U K=2 | Unidades | Método Analítico | Analizado   |
|-------------------------------|-----------|-------|----------|------------------|-------------|
| <b>COMPONENTES ORGANICOS:</b> |           |       |          |                  |             |
| Cloramina (1)                 | < 0,04    | ---   | mg/l     | HACH 10200       | 28/04/17 LS |

LS3 = Resultado proporcionado por ANNCY Código OAE LE 2C 05-002

**Fuente:** (Grupo químico Marcos, 2018)

### Anexos # 17 Análisis de agua de 1 Ósmosis

Punto e Identificación de la Muestra: Punto 2 - Osmosis 1  
 Norma Técnica de muestreo (1): INEN 2169/2176:2013 - PG/GQM/09-Agua  
 Matriz de la muestra: AGUA  
 Muestreado por: GRUPO QUIMICO MARCOS C. LTDA  
 Muestreador: CG-DB  
 Tipo de Muestreo: Simple  
 Coordenadas Geográficas: 17M0617838 - 9759312

GRUPO QUIMICO MARCOS Cía. Ltda.  
 LA AUSENCIA DE ESTE SELLO INVALIDA EL  
 ORIGEN DEL INFORME DE RESULTADOS  
 MC2201-11

| Parámetro                             | Resultado | U K=2 | Unidades | Método Analítico | Analizado    |
|---------------------------------------|-----------|-------|----------|------------------|--------------|
| <b>AGREGADOS/COMPONENTES FISICOS:</b> |           |       |          |                  |              |
| Cloro Total (1)                       | < 0,05    | ---   | mg/l     | 4500 CI G        | 27/04/17 LS  |
| <b>INORGANICOS NO METALES:</b>        |           |       |          |                  |              |
| Fluoruros (1)                         | 0,2       | 0,0   | mg/l     | PEE-GQM-FQ-35    | 03/05/17 LS  |
| Nitratos (3)                          | 1,33      | 0,17  | mg/l     | PEE-GQM-FQ-10    | 28/04/17 LS  |
| Sulfatos (3)                          | < 0,25    | ---   | mg/l     | PEE-GQM-FQ-28    | 03/05/17 LS  |
| <b>METALES:</b>                       |           |       |          |                  |              |
| Plata (4)                             | <0,010    | ---   | mg/l     | PEE/ANNCY/74     | 05/05/17 LS3 |
| Arsenico (4)                          | <0,010    | ---   | mg/l     | PEE/ANNCY/74     | 05/05/17 LS3 |
| Bario (4)                             | <0,100    | ---   | mg/l     | PEE/ANNCY/74     | 05/05/17 LS3 |
| Calcio (1)                            | 1,22      | ---   | mg/l     | PEE-GQM-FQ-33    | 11/05/17 AUT |
| Cadmio (4)                            | <0,010    | ---   | mg/l     | PEE/ANNCY/74     | 05/05/17 LS3 |
| Cromo (4)                             | <0,010    | ---   | mg/l     | PEE/ANNCY/74     | 05/05/17 LS3 |
| Mercurio (4)                          | <0,005    | ---   | mg/l     | PEE/ANNCY/80     | 05/05/17 LS3 |
| Magnesio (1)                          | 0,173     | ---   | mg/l     | PEE-GQM-FQ-33    | 11/05/17 AUT |

| ---  | No. Aplica                 | N.E.   | No Efectuado                              | Método Analítico: Standard Methods 2012, 22 th edición |
|------|----------------------------|--------|---|--|
| < LD | Menor al Límite Detectable | L.M.P. | Límite Máximo Permisible                  |  |
| U    | Incertidumbre              | P.E.E. | Procedimiento específico de ensayo de GQM |  |

- 1: Parámetros/Actividad de muestreo, no incluidos en el alcance de acreditación ISO 17025 por el SAE. La cadena de custodia se asegura mediante PG0905  
 2: Parámetros subcontratados no acreditados  
 3: Parámetros acreditados cuyos resultados están fuera del alcance de acreditación  
 4: Parámetros subcontratados acreditados por el laboratorio subcontratista, competencia evaluada - Cap. 5 MC; ver alcance en [www.acreditacion.gob.ec](http://www.acreditacion.gob.ec)

Punto e Identificación de la Muestra: Punto 2 - Osmosis 1  
 Norma Técnica de muestreo (1): INEN 2169/2176:2013 - PG/GQM/09-Agua  
 Matriz de la muestra: AGUA  
 Muestreado por: GRUPO QUIMICO MARCOS C. LTDA  
 Muestreador: CG-DB  
 Tipo de Muestreo: Simple  
 Coordenadas Geográficas: 17M0617838 - 9759312

| Parámetro    | Resultado | U K=2 | Unidades | Método Analítico | Analizado    |
|--------------|-----------|-------|----------|------------------|--------------|
| Sodio (1)    | 2,17      | ---   | mg/l     | 3120 B           | 11/05/17 AUT |
| Aluminio (3) | < 0,039   | ---   | mg/l     | PEE-GQM-FQ-12    | 09/05/17 JV  |
| Cobre (3)    | < 0,03    | ---   | mg/l     | PEE-GQM-FQ-19    | 04/05/17 LS  |
| Potasio (1)  | 0,1       | ---   | mg/l     | 3500 K B         | 09/05/17 LS  |
| Zinc (3)     | < 0,059   | ---   | mg/l     | PEE-GQM-FQ-24    | 04/05/17 LS  |
| Plomo (4)    | <0,050    | ---   | mg/l     | PEE/ANNCY/74     | 05/05/17 LS3 |
| Selenio (4)  | <0,010    | ---   | mg/l     | PEE/ANNCY/74     | 05/05/17 LS3 |

| Parámetro                     | Resultado | U K=2 | Unidades | Método Analítico | Analizado   |
|-------------------------------|-----------|-------|----------|------------------|-------------|
| <b>COMPONENTES ORGANICOS:</b> |           |       |          |                  |             |
| Cloramina (1)                 | < 0,04    | ---   | mg/l     | HACH 10200       | 28/04/17 LS |

LS3 = Resultado proporcionado por ANNCY Código OAE LE 2C 05-002

**Fuente:** (Grupo químico Marcos, 2018)

### Anexos # 18 Análisis de agua de 2 Ósmosis

Punto e Identificación de la Muestra: Punto 3 - Ósmosis 2  
 Norma Técnica de muestreo (1): INEN 2169/2176:2013 - PG/GQM/09-Agua  
 Matriz de la muestra: AGUA  
 Muestreado por: GRUPO QUIMICO MARCOS C. LTDA  
 Muestreador: CG-DB  
 Tipo de Muestreo: Simple  
 Coordenadas Geográficas: 17M0617838 - 9759312

GRUPO QUIMICO MARCOS Cía. Ltda.  
 LA AUSENCIA DE ESTE SELLO INVALIDA EL  
 ORIGEN DEL INFORME DE RESULTADOS  
 MC2201-11

| Parámetro                             | Resultado | U K=2 | Unidades | Método Analítico | Analizado   |
|---------------------------------------|-----------|-------|----------|------------------|-------------|
| <b>AGREGADOS/COMPONENTES FISICOS:</b> |           |       |          |                  |             |
| Cloro Total (1)                       | < 0,05    | ---   | mg/l     | 4500 Cl G        | 27/04/17 LS |

| Parámetro                      | Resultado | U K=2 | Unidades | Método Analítico | Analizado   |
|--------------------------------|-----------|-------|----------|------------------|-------------|
| <b>INORGANICOS NO METALES:</b> |           |       |          |                  |             |
| Fluoruros (1)                  | < 0,1     | ---   | mg/l     | PEE-GQM-FQ-35    | 03/05/17 LS |
| Nitratos                       | 2,21      | 0,29  | mg/l     | PEE-GQM-FQ-10    | 28/04/17 LS |
| Sulfatos (3)                   | 1,00      | 0,17  | mg/l     | PEE-GQM-FQ-28    | 03/05/17 LS |

| Parámetro       | Resultado | U K=2 | Unidades | Método Analítico | Analizado    |
|-----------------|-----------|-------|----------|------------------|--------------|
| <b>METALES:</b> |           |       |          |                  |              |
| Plata (4)       | <0,010    | ---   | mg/l     | PEE/ANNCY/74     | 05/05/17 LS3 |
| Arsenico (4)    | <0,010    | ---   | mg/l     | PEE/ANNCY/74     | 05/05/17 LS3 |
| Bario (4)       | <0,100    | ---   | mg/l     | PEE/ANNCY/74     | 05/05/17 LS3 |
| Calcio (1)      | 2,07      | ---   | mg/l     | PEE-GQM-FQ-33    | 11/05/17 AUT |
| Cadmio (4)      | <0,010    | ---   | mg/l     | PEE/ANNCY/74     | 05/05/17 LS3 |
| Cromo (4)       | <0,010    | ---   | mg/l     | PEE/ANNCY/74     | 05/05/17 LS3 |
| Mercurio (4)    | <0,005    | ---   | mg/l     | PEE/ANNCY/80     | 05/05/17 LS3 |
| Magnesio (1)    | 0,085     | ---   | mg/l     | PEE-GQM-FQ-33    | 11/05/17 AUT |

| ---  | No. Aplica                 | N.E.   | No Efectuado                              | Método Analítico: Standard Methods 2012, 22 th edition |
|------|----------------------------|--------|---|--|
| < LD | Menor al Límite Detectable | L.M.P. | Límite Máximo Permisible                  |  |
| U    | Incertidumbre              | P.E.E. | Procedimiento específico de ensayo de GQM |  |

- 1: Parámetros/Actividad de muestreo, no incluidos en el alcance de acreditación ISO 17025 por el SAE. La cadena de custodia se asegura mediante PG0905  
 2: Parámetros subcontratados no acreditados  
 3: Parámetros acreditados cuyos resultados están fuera del alcance de acreditación  
 4: Parámetros subcontratados acreditados por el laboratorio subcontratista, competencia evaluada - Cap. 5 MC; ver alcance en [www.acreditacion.gob.ec](http://www.acreditacion.gob.ec)

Punto e Identificación de la Muestra: Punto 3 - Ósmosis 2  
 Norma Técnica de muestreo (1): INEN 2169/2176:2013 - PG/GQM/09-Agua  
 Matriz de la muestra: AGUA  
 Muestreado por: GRUPO QUIMICO MARCOS C. LTDA  
 Muestreador: CG-DB  
 Tipo de Muestreo: Simple  
 Coordenadas Geográficas: 17M0617838 - 9759312

|              |         |     |      |               |              |
|--------------|---------|-----|------|---------------|--------------|
| Sodio (1)    | 2,76    | --- | mg/l | 3120 B        | 11/05/17 AUT |
| Aluminio (3) | < 0,039 | --- | mg/l | PEE-GQM-FQ-12 | 09/05/17 JV  |
| Cobre (3)    | < 0,03  | --- | mg/l | PEE-GQM-FQ-19 | 04/05/17 LS  |
| Potasio (1)  | 0,1     | --- | mg/l | 3500 K B      | 09/05/17 LS  |
| Zinc (3)     | < 0,059 | --- | mg/l | PEE-GQM-FQ-24 | 04/05/17 LS  |
| Plomo (4)    | <0,050  | --- | mg/l | PEE/ANNCY/74  | 05/05/17 LS3 |
| Selenio (4)  | <0,010  | --- | mg/l | PEE/ANNCY/74  | 05/05/17 LS3 |

| Parámetro                     | Resultado | U K=2 | Unidades | Método Analítico | Analizado   |
|-------------------------------|-----------|-------|----------|------------------|-------------|
| <b>COMPONENTES ORGANICOS:</b> |           |       |          |                  |             |
| Cloramina (1)                 | < 0,04    | ---   | mg/l     | HACH 10200       | 28/04/17 LS |

LS3 = Resultado proporcionado por ANNCY Código OAE LE 2C 05-002

**Fuente:** (Grupo químico Marcos, 2018)

## Bibliografía

A.Cardenas. (2015). La contaminación del Agua. Recuperado 27 de janeiro de 2018, de

<http://ecolisima.com/la-contaminacion-del-agua/>

Admin. (2016). Diferencias entre Bomba Centrífuga. Recuperado 31 de janeiro de 2018, de

<https://goo.gl/vmhnxy>

Agroscopio. (2018). Estudio del agua. Recuperado 31 de janeiro de 2018, de

<http://www.agroscopio.com/ec/directorio/gruntec-cia-ltda/>

American National Standard. (2004). Normas AAMI.

[http://www.therenalnetwork.org/home/resources/CfC/AAMI\\_RD520408.pdf](http://www.therenalnetwork.org/home/resources/CfC/AAMI_RD520408.pdf)

Anónimo. (2015). Ablandadores de Agua. Recuperado 28 de janeiro de 2018, de

<http://osmovic.com.ar/ablandadores-de-agua-para-el-hogar/>

DAKXIM. (2018). Bomba Centrífuga. Recuperado 13 de janeiro de 2018, de

<https://goo.gl/dm9Cuf>

Google Maps. (2018). Hospital Los Ceibos (IESS). Recuperado 6 de janeiro de 2018, de

<https://goo.gl/B8DcpQ>

Grupo químico Marcos. (2018). Ensayos de planta. Recuperado 31 de janeiro de 2018, de

<http://www.grupoquimicomarcos.com/>

Gustavo Diaz. (2017). TRATAMIENTO AGUA EN HEMODIALISIS EQUIPOS.

Recuperado 24 de novembro de 2017, de <https://goo.gl/sSigiA>

Innovative. (2018). Acondicionadores para exteriores. Recuperado 13 de janeiro de 2018, de

<https://goo.gl/Hd8ZTZ>

J.Blanco. (2014). Guía de gestión de calidad, 6, 72.

[http://fp.educaragon.org/files/guia\\_calidad\\_web.pdf](http://fp.educaragon.org/files/guia_calidad_web.pdf)

Nefrología. (1991). Norma Une 111, 1.

<http://mondeser-ecotec.es/wp-content/uploads/2017/03/NORMA-UNE-AGUA-PARA-DIALISIS.pdf>

Procesos y Componentes de la Planta de Agua. (2012). Recuperado 27 de octubre de 2017, de <https://goo.gl/2veJtz>

PURE AQUA. (2018). Terminología De Agua. Recuperado 30 de enero de 2018, de <https://es.pureaqua.com/terminologia-de-agua/>

PureAqua. (2018a). Filtration Operating Cycles. *Commercial Media Filters*.

<https://goo.gl/c9sNuJ>

PureAqua. (2018b). Filtros - especificaciones, 1.

<https://goo.gl/5cUWvP>

PureAqua. (2018c). Tanque Comercial de Medios Filtrantes.

<https://goo.gl/zcDVnJ>

Purepro. (2018). Membrana semipermea. Recuperado 28 de enero de 2018, de

<http://www.purepro-ecuador.com/osmosis.htm>

R.Pérez. (2017). Tratamiento del agua para hemodiálisis. *Elsevier, Capítulo 9*.

<https://goo.gl/Bbv297>

R.PÉREZ. (2010). Tratamiento del agua para hemodiálisis. Recuperado 27 de octubre de 2017, de <https://goo.gl/pzCPf3>

Siemens. (2018a). Breakers. Recuperado 13 de janeiro de 2018, de <https://goo.gl/eZzqNx>

Siemens. (2018b). Contactor. Recuperado 13 de janeiro de 2018, de <https://goo.gl/6G4LsG>

Siemens. (2018c). Contactores de potencia para maniobra de motores, *I*, 1.

<https://goo.gl/o84GtK>

Siemens. (2018d). Guardamotor especificaciones. Recuperado 13 de janeiro de 2018, de

<https://goo.gl/Ed9gP9>

Siemens. (2018e). Guardamotr. Recuperado 13 de janeiro de 2018, de <https://goo.gl/AmqgrH>

Siemens. (2018f). LOGO! -Caracteristicas, *I*, 1. <https://goo.gl/PrLpcS>

Siemens. (2018g). LOGO! SIEMENS. Recuperado 13 de janeiro de 2018, de

<https://goo.gl/NYt8dM>

Siemens. (2018h). Molded Case Breakers, *I*, 1.

[http://fp.educaragon.org/files/guia\\_calidad\\_web.pdf](http://fp.educaragon.org/files/guia_calidad_web.pdf)

Siemens. (2018i). rele-de-nivel. Recuperado 13 de janeiro de 2018, de <https://goo.gl/Mkq5vX>

Siemens. (2018j). Supervisor de fases. Recuperado 13 de janeiro de 2018, de

<https://goo.gl/Z9z4Vo>

Suematsu. (1995). Evaluación ambiental de los sistemas de tratamiento de aguas, 23.

<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/scan2/029710/029710.pdf>

WaterBoss. (2018). Filtro Ablandador. Recuperado 31 de janeiro de 2018, de

<http://www.waterboss.com/es/howsoftenerswork.shtml>

WaterTreatment. (2018). Adsorcion/ Carbon activo - Lenntech. Recuperado 31 de janeiro de

2018, de <https://goo.gl/WSNPo5>



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 GENERALES DE INGENIERIA

ANEXO 10



Presidencia  
de la República  
del Ecuador



Plan Nacional  
de Ciencia, Tecnología,  
Innovación y Saberes



SENESCYT  
Sistema Nacional de Estudios  
Superiores de Investigación y  
Desarrollo Científico y Tecnológico

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS / TRABAJO DE GRADUACIÓN

|   |  |   |  |
|---|--|---|--|
| TÍTULO Y SUBTÍTULO :                    | ANÁLISIS DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO PARA SUMINISTRO DE LAS DISTINTAS ÁREAS HOSPITALARIAS.  |   |  |
| AUTOR(ES):                              | VERA PINCAT CARLOS EMANUEL   |   |  |
| REVISOR(ES)/TUTOR(ES):                  | ING. CHALEN MEDINA JUDITH ARACELY .M.Sc<br>ING. JULIO JOFRRE BARZOLA MONTESES .M.Sc.   |   |  |
| INSTITUCIÓN :                           | Universidad de Guayaquil   |   |  |
| UNIDAD/FACULTAD :                       | Facultad De Ciencias Matemáticas y físicas   |   |  |
| MAESTRIA/ESPECIALIDAD :                 |  |   |  |
| GRADO OBTENIDO :                        |  |   |  |
| FECHA DE PUBLICACIÓN :                  | 2018   | NÚMERO DE PÁGINAS                         | 91   |
| ÁREAS TEMÁTICAS :                       | SANITARIA  |   |  |
| PALABRAS CLAVES /KEYWORDS:              | Sanitaria – Planta de tratamiento – áreas – Hospitalaria – Celbos -Guayaquil   |   |  |
| RESUMEN /ABSTRACT (150-250 ) PALABRAS : | <p>Los sistemas de tratamiento de agua potable por lo general llevan un proceso estándar de purificación, estos son evaluados por parámetros establecidos al nivel internacional aunque otras a nivel nacional, mientras más delicado sea el uso que se le vaya a dar al agua más estrictas son las normas establecidas. El uso más delicado que puede tener el agua, es cuando esta suministra las áreas de un hospital; pues puede ser usada como un complemento de medicina, fármacos o soluciones que van a introducirse al cuerpo humano o también son usadas como desinfectante de equipos de esterilización utilizados en quirófanos. Para que el agua cumpla sus funciones en diferentes áreas, debe ser tratada. Nosotros utilizamos el método estándar de ósmosis inversa para hacer la purificación y cumplir los estándares de normas vigentes pero implementamos también una segunda ósmosis inversa al sistema tradicional para repotenciar su rendimiento y forma purificación el agua. Con una ósmosis es suficiente para el tratamiento, más a la medida tan desesperadas que evolucionan las enfermedades en pronto tiempo se necesitara de un sistema doble de ósmosis, algunos países ya lo tienen, otros están en procesos de investigación y otros aún están con el sistema tradicional estándar de una sola ósmosis pues, el nivel de calidad del agua para su consumo es alto y deja poco sustancias para eliminar en el agua.</p> |   |  |
| ADJUNTO PDF :                           | <input checked="" type="checkbox"/> SI   | <input type="checkbox"/> NO               |  |
| CONTACTO CON AUTOR/ES:                  | Telefono<br>:0986517294  | Email:                                    | <a href="mailto:emanuelverapincay@gmail.com">emanuelverapincay@gmail.com</a> |
|   |  |   |  |
| CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN :           | Nombre:  | FACULTAD DE CIENCIA MATEMÁTICAS Y FÍSICAS |  |
|   | Telefono:  | 2-283348                                  |  |
|   | Email :  |   |  |