

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE TECNOLOGÍA
CARRERA QUÍMICA INDUSTRIAL



Trabajo de aplicación

**“Verificación de parámetros físicos y químicos en el análisis
de aguas residuales que vierte el hospital de clínicas”**

NOMBRE: Gilbert Canedo Ávila

DICIEMBRE 2012

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado especialmente a mi madre(),que con su esfuerzo me ayudo a lo largo y en todo momento de mi carrera

ÍNDICE

1.-ANTECEDENTES.....	1
2.-JUSTIFICACION.....	2
3.-OBJETIVOS.....	2
3.1.-Objetivos Generales.....	2

3.2.-Objetivos Específicos.....	2
4.-MARCO TEÓRICO.....	3
4.1.-Importancia del agua potable.....	3
4.2.- Clasificación de la calidad de las fuentes de agua.....	4
4.2.1.- Calidad de las fuentes de agua natural.....	4
4.2.3.- Calidad de las fuentes de agua superficial.....	4
4.2.4.- Calidad de las aguas subterráneas.....	5
4.3.- Requisitos de calidad del agua potable.....	6
4.4.-Importancia de la desinfección del agua en la potabilización.....	8
4.5.- Aguas residuales.....	9
4.6.-Clasificación de aguas residuales.....	10
4.6.1.-Aguas residuales municipales.....	10
4.6.2.- Aguas residuales industriales.....	10
4.7.- Agua residual tratada.....	11
4.8.- Aguas residuales en centros hospitalarios.....	11
4.9.- Daños producidos por las aguas residuales de hospitales en las vertientes.....	12
4.10.- parámetros establecidos en ley 1333 de contaminación hídrica... 	13
4.11.- Características organolépticas.....	14
4.11.1.-Olor.....	14
4.11.2.-Color.....	14
4.11.3.-Sabor.....	14
4.12.-Características físico químicas.....	15
4.12.1.- Turbiedad.....	15
4.12.2.- Temperatura.....	15

4.12.3.- Residuo seco.....	16
4.12.4.-Medida del ph.....	16
4.12.5.- Conductividad.....	17
4.13.-Características químicas.....	17
4.13.1.- Oxígeno disuelto.....	18
4.13.2.- Demanda química de oxígeno.....	18
4.13.3.- Nitrógeno en aguas residuales.....	19
4.13.4.- Sulfuros en aguas residuales.....	20
4.14.- Características bacteriológicas.....	21
4.15.- Tipos de muestreo.....	21
4.15.1.- Muestras de sondeo.....	22
4.15.2.- Muestras compuestas.....	22
4.15.3.- Muestras integradas.....	23
4.16.- Transporte y almacenamiento.....	23
4.17.-Marco legal de aguas	24
4.18.-La normativa.....	24
4.19.1.-Leyes en materia de agua.....	25
4.19.2.-Normas bolivianas de agua potable.....	26
4.19.3.- La norma boliviana de agua potable NB 512-97.....	26
4.19.4.- La norma boliviana de agua potable – muestreo NB 496-85.....	28
4.19.5.- Guías de calidad de la organización mundial de salud.....	29
4.20.-Actividades hospitalarias.....	34
4.16.1.- Hospitales de referencia en la ciudad de la paz.....	35
4.21.- Complejo hospitalario municipal Miraflores.....	35
4.21.1.- Actividades que realiza el hospital.....	36
4.21.2.- Areas y especialidades del hospital general.....	36

4.21.3.- Tratamientos de los diferentes residuos del hospital general.....	38
5.- DESARROLLO DEL ANÁLISIS.....	39
5.1.- Diagnostico de alcantarillado hospitalario del hospital de clínicas..	39
5.2.-Análisis de aguas residuales Procedimiento.....	40
5.3.- Toma de muestra por sondeo.....	41
5.4.-Características del agua residual a analizar.....	42
5.5.- Características organolépticas.....	42
5.6.-Características físico químicas.....	43
5.6.1.-Conductividad.....	43
5.6.2.- Medición de ph.....	43
5.6.3.- Sólidos.....	43
5.7.- Características químicas.....	45
5.7.1.- Oxígeno disuelto.....	45
5.7.2.-Demanda química de oxígeno.....	49
5.7.3.-Nitrógeno en aguas residuales.....	51
5.7.4.- Sulfuros en aguas residuales.....	54
5.8.- Características bacteriológicas.....	55
5.8.1.- Vibrio cholerae.....	56
5.8.2.-Salmonellas.....	57
5.8.3.- Escherichiacoli.....	59
6.-RESULTADOS.....	62
7.-CONCLUSIONES.....	63
8.-BIBLIOGRAFIA.....	64

AGRADECIMIENTOS

Agradecimiento al actual director de carrera de química industrial de nuestra facultad Lic. Osvaldo Valenzuela Méndez por su orientación y su apoyo incondicional a todos los estudiantes y egresados de la carrera, también al Lic. Jorge Velasco Orellanos , que realizo la revisión del presente trabajo y finalmente a todo el plantel docente de la carrera por impartir conocimientos y aplicaciones tecnológicas para el desempeño de las diferentes labores que realiza un profesional Químico Industrial en el campo laboral

1.-ANTECEDENTES

Los estudios recientes a nivel mundial ponen en evidencia el problema de la ausencia de tratamiento adecuado de las aguas residuales de los hospitales, clínicas y centros médicos.

En las aguas negras de estos centros se reporta la presencia de antibióticos, citostáticos, anestésicos, desinfectantes, (medios de contraste a base de yodo), mercurio, platino, estrógenos, antiepilépticos, carbamazepina, etc. Además, bacterias que cuentan con varios factores de virulencia y cepas resistentes a diferentes antibióticos.

La estrategia planteada por los expertos en salud se orienta a que cada hospital, clínica o centro médico cuente con su propio sistema de tratamiento especializado de aguas residuales.

Este sistema puede ser de tipo aeróbico a anaeróbico, seguido de tratamiento terciario, donde además de una filtración profunda se aplique una desinfección que combine la foto descomposición de algunas sustancias y que a la vez actúe como bactericida o bacteriostático, como la aplicación de luz UV, con la utilización de un oxidante potente como el ozono. Los Reactores Biológicos de Membrana (MBR) son los que dan mayor remoción y eficiencia.

Las aguas una vez tratadas, pueden ir a un alcantarillado municipal donde se recogen también aguas residuales ordinarias, que luego irán a una planta de tratamiento convencional. Si no existiera un alcantarillado sanitario adecuado y una planta de tratamiento, se podrá recurrir a la disposición en un cuerpo receptor. Esto desde luego en un régimen de control y vigilancia sanitaria muy riguroso y estricto.

No se recomienda la utilización de estas aguas residuales tratadas en irrigación u otros usos donde se pueda dar contacto directo con el ser humano o animales domésticos.

Al mismo tiempo, los lodos deben sobrellevar una digestión completa, para que luego de estabilizados por completo se puedan deshidratar y disponer de ellos de forma segura.

Es necesario que las entidades competentes, como el Ministerio de Salud, revisen el decreto de vertidos vigente, para que desarrollen un capítulo específico para este tipo de aguas.

Además, aprovechar esta revisión para prohibir el uso de tecnologías obsoletas para el tratamiento de aguas de origen ordinario, como las lagunas de oxidación, donde incluso ya se cuenta en el país con estudios que demuestran la presencia de súper bacterias, con múltiples factores de virulencia en las aguas efluentes en las lagunas de oxidación

Hay estudios que sostienen que estas bacterias, por estar bajo la presión de grandes números de individuos y una alta presión selectiva, logran la transferencia de estas características virulentas y de resistencia a las cepas más exitosas.

Es decir que lejos de disminuir el riesgo de contagio de enfermedades de origen hídrico, puede ser que no solo estemos aumentando ese riesgo, sino que además estemos “fabricando” virus y bacterias más agresivos, con mayor posibilidad de producir enfermedad severa.

2.-JUSTIFICACIÓN

Para determinar los riesgos de contaminación del agua residual y verificar sus procesos de producción y depuración, los hospitales deberían realizar controles sistemáticos de la calidad del agua.

La frecuencia y el tipo de controles son función y obligación de la actividad de los hospitales y solo en algún parámetro están fijados por la normativa medio-ambiental. (Ley 1333, de contaminación hídrica)

Los análisis de aguas residuales son también utilizados por los gestores de plantas de tratamiento, ingenierías y administración para mejorar procesos productivos, reducir cargas contaminantes, reciclaje de aguas y definir aprovechamientos secundarios.

La necesidad de controlar el agua residual implica la definición y cumplimiento de un plan que incluyen análisis fisicoquímicos y microbiológicos entre otros.

3.-OBJETIVOS

3.1.-OBJETIVO GENERAL

Realizar un análisis de agua residual del hospital de clínicas de La Paz

Conocer el significado de cada parámetro a analizar del agua residual

Comparar los datos obtenidos en el análisis con los de la ley de contaminación

Hídrica

3.2.-OBJETIVO ESPECIFICO

- Determinación del pH y conductividad
- Determinación de sólidos totales en agua residuales
- Determinación de oxígeno disuelto en agua residuales
- Determinación de la demanda química de oxígeno (DQO) en agua residuales
- Determinación de nitrógeno total en agua residual
- Determinación de sulfuros en agua residuales
- Determinación cualitativa de bacterias

4.-MARCO TEÓRICO

4.1.- IMPORTANCIA DEL AGUA POTABLE

El agua significa muchas cosas diferentes para las personas y para todos es una necesidad vital. Es el sostén en la navegación, un refrigerante, un diluyente o un limpiador en la industria, una fuente de recreación, una fuente de alimentación o una fuente de energía para las familias. De todos los usos, se coincide que el beneficio más importante de este líquido elemento es su uso como agua potable. Cerca del 66% del cuerpo está formado por agua y es imposible sobrevivir sin él por más de 3 días.

Los foros y conferencias internacionales coinciden en que las medidas destinadas a mejorar los sistemas de agua potable siempre favorecen a los más pobres, tanto de zonas rurales como urbanas, y son el componente eficaz de cualquier estrategia de mitigación de la pobreza.

4.2.-CLASIFICACIÓN DE LA CALIDAD DE LAS FUENTES DE AGUA:

4.2.1.- CALIDAD DE LAS FUENTES DE AGUA NATURAL

Las fuentes de agua se definen como los puntos o fases del ciclo natural, del cual se desvía o aparta el agua, temporalmente, para ser usada y regresada finalmente a la naturaleza después de su uso.

La calidad de las aguas de abastecimiento público está directamente relacionada con la fuente que se dispone para su aprovechamiento. Dichas fuentes se clasifican en superficiales y subterráneas.

Las aguas residuales son materiales derivados de las actividades humanas, ya sean domésticas o de procesos industriales, las cuales por razones de salud pública principalmente no pueden ser desechadas de forma irresponsables a fuentes de aguas, ríos y otros.

4.2.3.- CALIDAD DE LAS FUENTES DE AGUA SUPERFICIAL

Comprenden los lagos, ríos, embalses, aguas meteorológicas, estas fuentes están expuestas a una contaminación procedente de los vertidos del cotidiano de la vida moderna y la elección debe efectuarse no solo considerando los factores conocidos en el momento de la decisión, sino lo que puede apartar un futuro próximo.

El agua de los lagos es en general de mejor calidad que la de los ríos, debido a la sedimentación de las partículas sólidas pequeñas y por la auto depuración que se presenta debido a su largo periodo de almacenamiento.

El agua de ríos, es generalmente suficiente en cantidad, pero inadecuada en calidad, por la variabilidad de su composición química y la gran cantidad de material en suspensión. Es generalmente turbia y rica en bacterias, ya que el curso de agua se utiliza para diversos fines como ser evacuación de efluentes, aprovechamiento hidráulico, recreación, transporte fluvial, etc.

Las plantas potabilizadoras convencionales de agua superficial, generalmente están conformadas por unidades de pre cloración, coagulación – floculación, sedimentación, filtración y desinfección final.

4.2.4.- CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

Incluyen pozos, manantiales y galerías horizontales. Estas fuentes son sinónimo de agua segura y son en conjunto, más atrayente que las aguas superficiales. Tienen muchas ventajas, generalmente no requiere tratamiento, su temperatura es uniforme a lo largo del año, las sequías prácticamente no le afectan y solo producen un pequeño descenso del nivel freático.

Las agua subterráneas se extraen de muchas formaciones geológicas, como ser depósitos de materiales no consolidados tales como arenas y gravas y materiales

consolidados, tales como areniscas, pasajes y fractura en rocas sedimentarias, fracturas y fisuras en rocas ígneas.

El agua subterránea profunda no presenta materia orgánica, es adecuada para obtener una buena calidad sanitaria, a menos que esté contaminada por infiltraciones en la capa acuífera, por fisuras en las rocas que la recubren. Sus inconvenientes son el costo de los pozos y el hecho de que en el recorrido subterráneo del agua, se disuelven materias minerales, que pueden agregarle niveles de salinidad.

El agua subterránea no es sinónimo de pureza, pero sí de seguridad, es decir que no presenta riesgos para el consumidor; generalmente satisface los requisitos de calidad desde el punto de vista físico, químico y bacteriológico, definidos en las

Guías de la Organización Mundial de la Salud (OMS). Por esta razón, el uso del agua subterránea como fuente de agua potable, generalmente no está vinculada con plantas potabilizadoras convencionales, como ocurre cuando se utilizan fuentes de agua superficial.

4.3.- REQUISITOS DE CALIDAD DEL AGUA POTABLE

La herramienta principal para la confección y actualización periódica de las normas nacionales de Calidad del Agua Potable, son las Guías de la OMS.

Las guías son documentos que se reproducen en versiones actualizadas aproximadamente cada 12 años, a partir del trabajo mancomunado de cientos de expertos de decenas de países, quienes recogen la última información disponible en el mundo sobre el tema. Son documentos de distribución global, que se traducen a los idiomas oficiales de las Naciones Unidas, a otros idiomas de trabajo de la Organización y aun a idiomas no oficiales.

El objeto de los valores guía, como se ha mencionado, es servir de base para la elaboración de normas nacionales que, debidamente aplicadas, aseguren la

inocuidad del agua abastecida, mediante la eliminación o la reducción a una concentración mínima de los componentes considerados peligrosos para la salud. Las guías de la OMS giran alrededor de los siguientes conceptos para estimar la calidad del agua de bebida:

Representa la concentración de un componente que no supone riesgo significativo para la salud del consumidor si éste bebe el agua durante toda su vida.

La calidad definida en las Guías para la calidad del agua potable es la adecuada para el consumo humano y para todos los usos domésticos habituales, incluida la higiene personal. Sin embargo, se puede necesitar una mejor calidad para propósitos especiales, como la diálisis renal.

Cuando se sobrepasa un valor guía, se debe considerar como una indicación de que es preciso investigar la causa con miras a tomar medidas correctivas y solicitar el asesoramiento de las autoridades responsables de la salud pública.

Si bien los valores guías describen una calidad aceptable para el consumo humano durante toda la vida, no se debe entender que su establecimiento permite degradar la calidad del agua potable para aproximarla a los niveles recomendados. Por el contrario, debe hacerse un esfuerzo constante por mantener la mejor calidad posible.

Las desviaciones por un periodo breve durante el cual se sobrepasan los valores guía no significan necesariamente que el agua no sea apta para el consumo. La proporción en que pueda rebasarse un valor guía y el periodo durante el cual pueda prolongarse esta situación sin que ello repercuta en la salud pública depende de la sustancia de que se trate.

En el caso de Bolivia, los requisitos para que el agua sea inocua para la salud humana están establecidos en la Norma NB 512 - Requisitos de Calidad del Agua Potable, actualizada el año 2004.

Esta Norma tiene por objeto establecer los valores máximos aceptables de los diferentes parámetros que determina la calidad de agua abastecida con destino al uso y consumo humano y las modalidades de aplicación y control. Norma están incluidos los requisitos químicos, orgánicos y microbiológicos en atención a necesidades actuales de control a nivel nacional.

El agua es potable cuando:

- no tiene color (incolora),
- no tiene olor (inodora),
- no tiene sabor (insípida),
- está libre de contaminantes químicos y microbiológicos.

4.4.-IMPORTANCIA DE LA DESINFECCIÓN DEL AGUA EN LA POTABILIZACIÓN

La OMS establece que la desinfección es una operación de importancia incuestionable para el suministro de agua potable. El propósito de la desinfección es impedir la propagación de enfermedades de origen hídrico. La destrucción de microorganismos patógenos es fundamental; muy frecuentemente se realiza mediante productos químicos como el cloro o sus derivados.

La popularidad del cloro como desinfectante o sus derivados, se debe a las razones siguientes:

- A bajas concentraciones es inocua para el ser humano y tóxica para los microorganismos causantes de enfermedades hídricas.
- Es fácil de aplicar y controlar las dosis.
- Es un agente oxidante poderoso.

- Existe disponibilidad en el mercado y es relativamente económico.

Entre sus desventajas se menciona que es altamente corrosivo a elevadas concentraciones, forma cloro fenoles en caso de existir fenol en el agua generando problemas de olor y forma trihalometanos en presencia de sustancias húmicas (humus), que constituyen la mayor parte del material orgánico en fuentes de agua superficial. El trihalometano más común es el cloroformo o triclorometano, el mismo que es carcinógeno en roedores, por lo cual constituye un riesgo potencial para los humanos.

4.5.- AGUAS RESIDUALES

Las aguas residuales son [materiales](#) derivados de residuos domésticos o de [procesos](#) industriales, los cuales por razones de [salud pública](#) y por consideraciones de [recreación](#) económica y [estética](#), no pueden desecharse vertiéndolas sin tratamiento en lagos o corrientes convencionales. Los materiales inorgánicos como la arcilla, sedimentos y otros residuos se pueden eliminar por [métodos](#) mecánicos y químicos; sin embargo, si el material que debe ser eliminado es de [naturaleza](#) orgánica, el tratamiento implica usualmente actividades de microorganismos que oxidan y convierten la [materia](#) orgánica en CO₂,

es por esto que los tratamientos de las aguas de desecho son procesos en los cuales los microorganismos juegan papeles cruciales.

El tratamiento de las aguas residuales da como resultado la eliminación de microorganismos patógenos, evitando así que estos microorganismos lleguen a ríos o a otras [fuentes](#) de abastecimiento. Específicamente el tratamiento biológico de las aguas residuales es considerado un tratamiento secundario ya que este está ligado íntimamente a dos procesos microbiológicos, los cuales pueden ser aerobios y anaerobios.

El tratamiento secundario de las aguas residuales comprende una serie de reacciones complejas de digestión y [fermentación](#) efectuadas por un huésped de diferentes especies bacterianas, el resultado neto es la conversión de materiales orgánicos en CO₂ y [gas metano](#), este último se puede separar y quemar como una fuente de energía. Debido a que ambos [productos](#) finales son volátiles, el efluente líquido ha disminuido notablemente su contenido en sustancias orgánicas. La [eficiencia](#) de un [proceso](#) de tratamiento se expresa en términos de porcentaje de disminución de la DBO inicial.

Las aguas Residuos para su tratamiento demandan oxígeno (en su mayor parte materia orgánica, cuya descomposición produce la desoxigenación)

4.6.-CLASIFICACIÓN DE AGUAS RESIDUALES

Se consideran Aguas Residuales a los líquidos que han sido utilizados en las actividades diarias de la ciudad de La Paz (domésticas, comerciales, industriales y de servicios). Comúnmente las aguas residuales suelen clasificarse como:

4.6.1.-AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES.

Residuos líquidos transportados por el alcantarillado de una ciudad o población y tratados en una planta de tratamiento municipal

4.6.2.- AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES.

Las Aguas Residuales provenientes de las descargas de Industrias de Manufactura

Otra forma de denominar a las Aguas Residuales es en base al contenido de contaminantes que esta porta, así se conocen como:

- **Aguas negras** a las Aguas Residuales provenientes de inodoros, es decir, aquellas que transportan excrementos humanos y orina, ricas en sólidos suspendidos, nitrógeno y coliformes fecales
- **Aguas grises** a las Aguas Residuales provenientes de tinas, duchas, lavamanos y lavadoras, que aportan sólidos suspendidos, fosfatos, grasas y coliformes fecales, esto es, aguas residuales domésticas, excluyendo las de los inodoros
- **Aguas negras industriales** a la mezcla de las aguas negras de una industria en combinación con las aguas residuales de sus descargas. Los contaminantes provenientes de la descarga están en función del proceso industrial, y tienen la mayoría de ellos efectos nocivos a la salud si no existe un control de la descarga.

4.7.- AGUA RESIDUAL TRATADA

Las Aguas Residuales son conducidas a una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) donde se realiza la remoción de los contaminantes, a través de métodos biológicos o fisicoquímicos. La salida (efluente) del sistema de tratamiento es conocida como Aguas Residuales tratadas

4.8.- AGUAS RESIDUALES EN CENTROS HOSPITALARIOS

Aguas residuales son aquellas que después de haber sido utilizadas por el hombre en cualquier actividad y alteradas sus características de calidad, son desechadas. En los hospitales, además de las actividades de las cocinas y lavanderías, que producen efluentes líquidos cargados de materia orgánica, sólidos suspendidos, residuos de blanqueadores, detergentes y suavizantes, se utiliza una amplia variedad de productos farmacéuticos, reactivos químicos y sustancias desinfectantes, entre otros.

Los medicamentos, además de las sustancias activas, también contienen otras como excipientes, pigmentos y colorantes. Después de ser aplicadas, muchas drogas son excretadas sin haber sufrido ningún grado de metabolización en el cuerpo del paciente y pasan a formar parte de las aguas residuales.

Los desinfectantes a menudo son productos altamente complejos o mezclas de sustancias activas. Después de su uso, los desinfectantes también van a parar a las aguas residuales.

En los hospitales hay diversos tipos de laboratorios. Estos pueden ser de investigación y de enseñanza, química, hematología, patología, microbiología, radiología, diagnóstico clínico, inmunodiagnos y necropsia. Algunos de los procedimientos realizados en los laboratorios son fuentes de desechos peligrosos.

Muchas de las soluciones utilizadas en los laboratorios contienen metales pesados y otros químicos, cuya lista es casi imposible de enumerar. Los solventes son uno de los principales desechos generados en los laboratorios; se usan para extracciones y para fijación de especímenes en fisiología y patología. Los solventes halogenados como el cloruro de metileno, cloroformo, tetracloroetileno, clorobenceno, tricloroetileno, tricloroetano y refrigerantes, son más persistentes y

tóxicos que los no halogenados. Los solventes no halogenados incluyen xileno, acetona, tolueno, metanol, etil éter, metil etil cetona y piridina

4.9.- DAÑOS PRODUCIDOS POR LAS AGUAS RESIDUALES DE HOSPITALES EN LAS VERTIENTES

VIRALES. Hepatitis A. También rotavirus, enterovirus, adenovirus y Coxsackie A y B, todos estos causantes de vómito o diarrea. Si se come pescado crudo hay riesgo de adquirirlas; si el mismo se cocina o se baña en limón, mata los virus.

BACTERIAS. Salmonella sp, Shigella sp, Vibrio cholerae, Escherichia coli, entre otras. Se transmite por saliva o manos sucias con heces.

4.11.- CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS:

Las características organolépticas se refieren al olor, sabor y Percepción visual de sustancias y materiales flotantes y/o suspendidos en el agua.

En su estado natural, es posible que el agua no tenga las características necesarias para ser consumida por el hombre, representando un riesgo para la salud. Por eso debe ser sometida a tratamiento.

El tratamiento del agua es el conjunto de operaciones y procesos a los que se somete el agua natural o agua cruda, para convertirla en agua potable.

En términos simples, el tratamiento del agua consiste en aplicar una serie de barreras y procesos físicos y químicos para retirar, remover e inactivar las sustancias nocivas que ésta contiene. El tratamiento del agua generalmente se realiza en las plantas potabilizadoras. Allí, mediante Procesos físicos, químicos y algunas veces biológicos, se retiran las sustancias que contaminan el agua, para

que ésta pueda ser consumida por la población sin peligro de adquirir enfermedades.

Para de evitar que la población consuma agua contaminada, existen normas de calidad que

Establecen los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos que debe tener el agua potable.

4.11.1.-COLOR: es la tonalidad que adquiere el agua debido a la presencia de sustancias orgánicas naturales, producidas por la descomposición de material vegetal, o de sustancias minerales como el hierro y el manganeso. Las unidades para expresar el color son las UPC, que significan Unidades de Platino Cobalto

4.11.2.-OLOR: Es la sensación de la recepción de un estímulo que se produce en el olfato. El olor se genera por una mezcla compleja de gases, vapores y polvos. Los olores corresponden al fenómeno objetivo de los elementos disueltos en aire o el sistema donde se percibe este aspecto

4.11.3.-SABOR: Suele estar íntimamente asociado al olor (respuesta fisiológica parecida). Algunas sustancias, como es el caso de sales de cobre, zinc o hierro, pueden modificar el sabor, sin alterar el color del efluente. Su determinación se efectúa, al igual que el olor, por dilución hasta determinar el umbral de percepción y sólo se realizará con muestras que sean sanitariamente aptas para consumo humano

4.12.- CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICAS:

Son las propiedades que se pueden ver, sentir u oler. Por ejemplo: la turbiedad, el color, la temperatura, el olor y el sabor. El agua para consumo humano debe ser transparente, incolora y sin sedimentos. Tampoco debe tener sabor ni olor y debe ser fresca al paladar.

4.12.1.- TURBIEDAD

Es la propiedad que tiene el agua de impedir el paso de la luz. Se debe a la presencia de partículas sólidas orgánicas e inorgánicas, tan pequeñas que no tienen el peso suficiente para sedimentar por acción de la gravedad, tales como arcillas, limos y colonias de bacterias. Estas partículas se denominan coloides y deben ser removidas del agua mediante la sedimentación, filtración y la desinfección, dado que pueden cubrir a las bacterias y otros microorganismos, impidiendo su destrucción. La turbiedad se determina en un turbidímetro y se expresa en UNT o Unidades Nefelométricas de Turbiedad.

4.12.2.- TEMPERATURA

Normalmente, las medidas de temperatura pueden realizarse con cualquier termómetro Celsius de mercurio que, como mínimo deberá tener una escala con marcas cada 0.1°C sobre el tubo capilar y una capacidad térmica mínima que permita un equilibrado rápido.

4.12.3.- RESIDUO SECO

La determinación del residuo seco permite estimar la cantidad de materias disueltas y en suspensión que lleva un agua, pero el resultado está influenciado por la temperatura y la duración de la desecación.

A $100-105^{\circ}\text{C}$, una parte o la totalidad tanto del agua intersticial así como del agua de cristalización de ciertas sales se puede evaporar.

Hacia los $105-110^{\circ}\text{C}$, los bicarbonatos se transforman en carbonatos, lo que supone una pérdida de anhídrido carbónico. Entre $105-180^{\circ}\text{C}$, además de la pérdida de agua de cristalización, puede haber: pérdida de amoníaco a partir de combinaciones amoniacaes, de ácido sulfhídrico a partir de sulfuros alcalinos, de materias orgánicas a partir de compuestos orgánicos.

Por otra parte, el cloruro magnésico se puede hidrolizar y precipitar en forma de hidróxido.

El residuo seco determinado a 180°C es el que más se aproximará a la suma de los diferentes resultados del análisis, pues el agua de cristalización estará prácticamente ausente.

El residuo seco a 525°C permite estimar la cantidad de materias orgánicas.

4.12.4.-MEDIDA DEL pH

El pH del agua pura es de 7 a 25°C. Como consecuencia de la presencia de ácidos y bases y de la hidrólisis de las sales disueltas, el valor del pH puede disminuir o aumentar.

La presencia de sales de bases fuertes y ácidos débiles como Na₂CO₃ incrementa el pH. Sales de bases débiles y ácidos fuertes como CaCl₂ produce disminución del mismo.

El valor de pH en aguas neutras suele estar entre 6,5 y 7,5. Menores valores pueden obtenerse como resultado de CO₂ libre. Descalcificación biogénica en aguas superficiales puede provocar aumentos en el pH (p.ej. 9.5).

El método electrométrico con electrodo de vidrio se utiliza fundamentalmente para obtener medidas de pH muy precisas.

El pH se determina potenciométricamente mediante la medida del potencial eléctrico que se crea en la membrana de un electrodo de vidrio, que es función de la actividad de los iones hidrógeno a ambos lados de la membrana

4.12.5.- CONDUCTIVIDAD

El agua pura se comporta como aislante eléctrico, siendo las sustancias en ella disueltas las que proporcionan al agua la capacidad de conducir la corriente eléctrica. Se determina mediante electrometría con un electrodo conductimétrico,

expresándose el resultado en microsiemens cm-1 ($\mu\text{S cm}^{-1}$). Es una medida indirecta de la cantidad de sólidos disueltos estando relacionados ambos mediante la expresión empírica **$\text{SD (mg/L)} = 0,8 \cdot \text{o } (\mu\text{S cm}^{-1})$**

Las muestras deben analizarse preferiblemente “in situ”, o conservarse en frascos de polietileno, nunca de vidrio sódico, en nevera (2-4 °C) y obscuridad durante un máximo de 24 h, teniendo la precaución de termostatarlas a 25 °C antes de realizar la determinación

4.13.-CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS:

Estas características se deben a las diversas sustancias químicas disueltas en el agua. Es importante conocerlas características químicas del agua, para escoger el tratamiento más adecuado y las sustancias requeridas para tratarla y hacerla apta para el consumo humano.

La alcalinidad, la dureza y el pH son propiedades químicas del agua muy importantes para decidir el tratamiento más adecuado. También deben controlarse para evitar corrosión e incrustaciones en las redes y accesorios.

Algunas sustancias químicas presentasen el agua, bien sea en forma natural como el arsénico, el flúor y el manganeso, o agregadas por actividades del hombre, como los nitratos, los metales pesados y los pesticidas, pueden ser nocivas para la salud humana y deben ser removidas antes de utilizar el agua para consumo humano

4.13.1.- OXIGENO DISUELTO

Los niveles de oxígeno disuelto (OD) en aguas naturales y residuales dependen de la actividad física, química y bioquímica del sistema de aguas. El análisis de OD es una prueba clave de la contaminación en la muestra y control del proceso de tratamiento en aguas residuales. En aguas de consumo,

la mínima cantidad de oxígeno ($> 4\text{mg/L}$) es esencial para prevenir la corrosión de las tuberías. En esta práctica realizaremos la determinación de oxígeno disuelto a través de un método volumétrico del método de Winkler).

4.13.2.- DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO (DQO)

La demanda química de oxígeno (DQO) es la cantidad de oxígeno Consumido por las materias existentes en el agua y oxidables en condiciones operatorias definidas.

De hecho, la medida corresponde a una estimación de la materia oxidable presente en el agua, cualquiera que sea su origen orgánico o mineral (hierro ferroso, nitritos, amoníaco, sulfuros y cloruros).

La DQO está en función de las características de la materia presente, de sus proporciones respectivas, de las posibilidades de oxidación, etc., por lo que es bien evidente que la reproducibilidad de los resultados y su interpretación no podrán ser

Satisfactorios más que en las condiciones de metodología bien definidas y estrictamente respetadas.

En la técnica, el papel del catalizador consiste en facilitar la oxidación, pero ésta no es total en presencia de compuestos orgánicos estables (urea, piridina, derivados aromáticos, etc.).

Es preferible efectuar las tomas de muestras en recipientes de vidrio, pues los frascos de materia plástica pueden ocasionar la presencia de contaminantes orgánicos. Practicar la medida de la DQO muy rápidamente después de tomar la muestra, que debe de ser representativa y estar bien homogeneizada.

Sin embargo, se puede conservar cierto tiempo si se ha acidificado convenientemente con ácido sulfúrico a pH 2-3. En condiciones definidas, cierta materia contenida en el agua se oxida con un exceso de dicromato potásico, en medio ácido y en presencia de sulfato de plata y de sulfato de mercurio. El exceso

de dicromato potásico se determina con el sulfato de hierro y amonio (sal de Mohr).

4.13.3.- NITRÓGENO EN AGUAS RESIDUALES

El nitrógeno es un elemento importante en las aguas residuales ya que es necesario para el crecimiento de los microorganismos. Si el agua residual no contiene suficiente nitrógeno pueden ocurrir problemas por deficiencia de nutrientes durante el tratamiento secundario. Pero también el nitrógeno es un contribuyente especial para el agotamiento del oxígeno y la eutrofización de las aguas cuando se encuentra en elevadas concentraciones.

En las aguas residuales el nitrógeno se encuentra en 4 formas básicas: nitrógeno orgánico, amonio, nitrito y nitrato. Si las aguas residuales son frescas, el nitrógeno se encuentra en forma de urea y compuestos proteínicos, pasando posteriormente a forma amoniaca por descomposición bacteriana.

A medida que el agua se estabiliza, por oxidación bacteriana en medio aerobio se generan nitritos y posteriormente nitratos. El predominio de la forma de nitrato en un agua residual es un fiel indicador de que el residuo se ha estabilizado con respecto a la demanda de oxígeno. El nitrógeno total es la suma del nitrógeno orgánico, amonio, nitrito y nitrato. El agua residual doméstica suele contener 20-50 mg/L de nitrógeno total y 12-40 mg/L de amonio.

4.13.4.- SULFUROS EN AGUAS RESIDUALES

Los sulfuros se encuentran a menudo en el agua subterránea, especialmente en manantiales calientes.

Su presencia común en las aguas residuales se debe en parte a la descomposición de la materia orgánica, presente a veces en los residuos industriales, pero procedente casi siempre de la reducción bacteriana de los sulfatos.

La concentración umbral para H_2S en agua limpia está comprendida entre 0.025 y 0.25 mg/l. El H_2S ataca directa e indirectamente a los metales y ha producido corrosiones graves en las conducciones de cemento por oxidarse biológicamente a H_2SO_4 en las paredes de las tuberías.

Desde el punto de vista analítico, se distinguen tres categorías de sulfuros en el agua y aguas residuales:

A) Sulfuro total, que incluye H_2S y HS^- disuelto, así como sulfuros metálicos solubles en ácido, presentes en la materia en suspensión. S^{2-} es despreciable, y supone menos de 0.5% a pH 12, a menos del 0.05% a pH 11, etc.,

Los sulfuros de cobre y de plata son tan insolubles que no responden a las determinaciones ordinarias del sulfuro; pueden ignorarse a efectos prácticos.

B) Sulfuro disuelto, que permanece tras haber eliminado los sólidos en suspensión por floculación y depósito.

C) Sulfuro de hidrógeno no ionizado, que puede calcularse a partir de la concentración de sulfuro disuelto, el pH de la muestra y la cte de ionización práctica de H_2S .

4.14.- CARACTERÍSTICAS BACTERIOLÓGICAS

Estas características están dadas por los microorganismos Presentes en el agua. El agua para consumo humano debe estar libre de los microorganismos y parásitos que pueden causar enfermedades como diarrea, cólera, gastroenteritis, amebiasis, entre otras.

El tratamiento más común para eliminar estos microorganismos es la desinfección con cloro

Gaseoso o hipoclorito de sodio o de calcio. También se pueden eliminar hirviendo el agua durante varios minutos. Cuando el agua es muy clara y no tiene turbiedad, se puede desinfectar dejándola al sol, en botellas transparentes, durante varias horas.

4.15.- TIPOS DE MUESTREO

Las formas de obtener una muestra de agua residual es dependiendo a los análisis a realizar, entre las tomas de muestreo tenemos:

- Muestras de sondeo
- Muestras compuestas
- Muestras integradas

4.15.1.- MUESTRAS DE SONDEO

Es necesario partir de la premisa que una muestra recogida en un lugar y un momento determinado sólo puede representar la composición de la fuente en ese momento y lugar. Asimismo, cuando se sabe que una fuente es constante en su composición durante un período considerable de tiempo o a lo largo de su recorrido, en distancias sustanciales en todas las direcciones, puede decirse que una muestra de dicha fuente representará un período de tiempo más largo o un volumen mayor o ambas cosas, con respecto al punto específico en el que fue Recogida. En estas circunstancias, algunas fuentes pueden estar muy bien representadas por una simple muestra de sondeo, es el caso de algunos suministros de agua, algunas aguas superficiales y, más raro, algunas corrientes de aguas residuales.

Cuando se tiene certeza que las características de una fuente varían con el tiempo, las muestras de sondeo recogidas a intervalos adecuados y analizadas por separado pueden mostrar la amplitud, la frecuencia y la duración de tales variaciones. Se debe proceder al recojo de las muestras, teniendo en cuenta la Frecuencia con que se esperan estos cambios, lo que puede variar desde cinco minutos a una hora o más. Las variaciones estacionales de los sistemas naturales, pueden exigir la realización de tomas a lo largo de varios meses. Cuando la composición de la fuente varía en el espacio y no en el tiempo, hay que hacer la toma de las muestras en los lugares adecuados.

4.15.2.- MUESTRAS COMPUESTAS

La expresión “muestras compuestas” se refiere a una mezcla de muestras sencillas o simples (en un solo punto), recogidas en el mismo punto en distintos momentos. A veces se utiliza la expresión “compuesto-tiempo” para distinguir este tipo de muestras de otros. Las muestras compuestas-tiempo son las más útiles para determinar las concentraciones medias que se han de utilizar, por ejemplo, para calcular la carga o la eficiencia de una planta de tratamiento de aguas residuales.

Estas muestras compuestas representan un ahorro sustancial de trabajo y gasto de laboratorio. Se considera como estándar para la mayoría de los análisis una muestra compuesta que represente un período de 24 horas. Las porciones individuales se recogen en envases de abertura amplia, con un diámetro de al menos 35 mm en la boca y con una capacidad de 1 litro. Se recogen estas muestras cada hora (en algunos casos, cada media hora o incluso cada cinco minutos) y se mezclan una vez concluida la toma o se combinan en una sola

botella a medida que se van recogiendo. Si se utilizan conservantes, éstos se añadirán inicialmente al Envase de la muestra, para que todas las porciones de la mezcla queden protegidas lo antes posible.

4.15.3.- MUESTRAS INTEGRADAS

En algunos casos, la información necesaria se obtiene mejor analizando mezclas de muestras individuales, recogidas en distintos puntos al mismo tiempo o con la menor separación temporal que sea posible. A veces, las muestras de este tipo se denominan integradas. Este tipo de muestreo se lo emplea en ríos o corrientes cuya composición varía según la anchura y la profundidad. Para valorar la composición media o la carga total, hay que recurrir a mezclas de muestras que representen distintos puntos de la sección transversal y que sean proporcionales a los flujos relativos.

4.16.- TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

Al momento de tomar la muestra es necesario tomar en cuenta que el método recolección debe de tener constante las características de la muestra a tomar, en cualquier momento y en cualquier lugar del lugar de la toma

El envase recolector el por consiguiente el transporte, en lo posible debe mantener las características mismas de la muestra, con eso se quiere definir que el envase debe ser estéril y deberá ser procesada lo más pronto posible para así evitar cambios en su composición o por alteración de algún organismo que se encuentre en la muestra, o simplemente cambios físicos o químicos por la temperatura o por causa de organismos ambientales que podrían contaminar la muestra.

4.17.-MARCO LEGAL DE AGUAS

Una de las tareas primordiales del estado en todos los países es la salud de la población. En Bolivia, el 62% de la población reside en los centros urbanos como capitales de departamento o provincias. Una gran amenaza a la población son las enfermedades relacionadas al consumo de agua de calidad no adecuada, que determina la incidencia de enfermedades gastrointestinales, principalmente en niños y ancianos.

Un análisis de la calidad del agua en el país, realizado en 1999 establece que en más del 80% de las fuentes superficiales y en más del 40% de las fuentes subterráneas existe contaminación por coliformes termo-resistentes de origen fecal reciente, y existe presencia de parámetros químicos que sobrepasan a los valores guía de la organización mundial de salud

Por lo que se define un alto grado de contaminación en aguas residuales hacia los ríos que llegan a regar a sembradíos en río abajo, que después será de consumo humano

4.18.- LA NORMATIVA

Una de las fortalezas potenciales del control de calidad del agua en el país, es que en gran medida el control es llevado por la La Empresa Pública Social de Agua y Saneamiento (EPSAS). Ellas deben contar con recursos humanos capacitadas para cumplir con el control de manera óptima. A fin de asegurar que el personal responsable del control cumpla con los parámetros y normas establecidos, se cuenta con leyes, reglamentos y guías vigentes que tienen relación con este proceso, y son los siguientes:

1. Constitución Política del Estado
2. la Ley General de Aguas de 1906
3. la Ley 1333 del Medio Ambiente de 1992, con el Reglamento de Prevención y Control Ambiental
4. la Ley 2066 de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario del año 2000, llamada vulgarmente “de aguas”, según su Artº 83 con el Reglamento Nacional de Prestación de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario para Centros Urbanos, de 1992 Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias, de 1994
5. Normas Bolivianas de Agua Potable, destacando entre ellas
 - NB 512-97 de AP – Requisitos, de 1997
 - NB 496-85 de AP – Muestreo, de 1985
 - NB 495-85 de AP – Definiciones y terminología, de 1985
6. Guías para la Calidad del Agua Potable de la OMS, de 1985 y ediciones posteriores. Además cabe mencionar la Ley 1600 sistema de regularización sectorial (SIRESE) del 28/10/1994 que es la base del marco regulatorio que rige a las La Empresa Pública Social de Agua y Saneamiento (EPSAS)

4.19.1.-LEYES EN MATERIA DE AGUA

La legislación en un país es la base sobre la que se sustenta cualquier actividad ordenada, también en relación al agua. En Bolivia, la legislación en materia del control de calidad del agua comprende las siguientes leyes que inciden más o menos directamente.

La Constitución Política del Estado: Responde a principios de justicia social que tienden a asegurar para todos los habitantes una existencia digna del ser humano.

- En su Art. 7, inc. a), la ley fundamental define: “Toda persona tiene los siguientes derechos fundamentales...: a la vida, la salud y la seguridad...”.

- En su Art. 136, inc. I determina: “Son de dominio originario del Estado, además de los bienes a los que la ley les da esa calidad, el suelo y el subsuelo con todas sus riquezas naturales, las aguas lacustres, fluviales y medicinales, así como los elementos y fuerzas físicas susceptibles de aprovechamiento.”, disponiendo en el siguiente inc. II: “La ley establece las condiciones de este dominio, así como las de su concesión y adjudicación a los particulares.”

Ya en 1879 y 1906, la Ley General de Aguas partía del mismo criterio que el agua es de dominio originario del estado y que es un bien público, habiendo prioridad pública sobre la privada.

4.19.2.- NORMAS BOLIVIANAS DE AGUA POTABLE

Estas son las normas técnicas relativas a la calidad del agua potable suministrada por los servicios, y los métodos de determinación de sus componentes (ensayos de parámetros). Las providencias principales se refieren la calidad bacteriológica y a las características físicas y químicas.

4.19.3.- La Norma Boliviana de Agua Potable NB 512-97

Actualmente en proceso de revisión, establece los **requisitos** que debe cumplir el Agua Potable para consumo humano; éstos son requisitos

4.19.4.- LA NORMA BOLIVIANA DE AGUA POTABLE – MUESTREO NB 496-85

Pendiente de reformulación, establece tres tipos de muestreo de AP:

- Para análisis físico-químico
- Para análisis bacteriológico
- Para análisis radiológico,

y define para cada uno de ellos los envases a utilizar, el procedimiento de toma e identificación de muestras, el transporte y conservación así como la frecuencia de muestreo.

La frecuencia del muestreo en términos de intervalo máximo para el análisis bacteriológico del agua tratada, se encuentra en relación a la cantidad de población abastecida.

Las frecuencias de análisis rutinario son detalladas en la Tabla 5, de acuerdo a los parámetros siguientes:

4.19.5.- GUÍAS DE CALIDAD DE LA “OMS”

En sus “Guías para la calidad del agua potable”, la OMS estableció valores guía que representan el nivel máximo (concentración o cantidad) de presencia de un componente en el agua, con el objeto de garantizar que el agua sea agradable a los sentidos humanos y no causen riesgo para la salud pública.

Asimismo, sirven de base para la elaboración de normas nacionales que en su aplicación buscan asegurar la inocuidad del agua, mediante la eliminación o la reducción a una concentración mínima de los componentes peligrosos para la salud

Corrobar el valor hallado mediante repetición del ensayo, para estar seguro y poder tomar medidas correctivas

Las siguientes Tablas describen la calidad requerida del AP que especifican las Guías de la OMS, en relación a los siguientes grupos de parámetros:

- a) calidad microbiológica
- b) componentes inorgánicos
- c) componentes orgánicos
- d) calidad organoléptica
- e) componentes radioactivos.

4.20.-ACTIVIDADES HOSPITALARIAS

Tiene como objetivo otorgar servicios integrales atendiendo a los aspectos preventivos, curativos y rehabilitatorios que presentan los pacientes que acuden a recibir atención médica.

Proporciona servicios de las especialidades siguientes: Medicina interna, Cirugía, Ginecoobstetricia, Oftalmología, Cirugía maxilofacial, Cirugía reconstructiva, Neurología, Otorrinolaringología, Traumatología y Ortopedia, Psiquiatría, Dermatología.

Tiene además la función de transmitir la cultura médica e incrementar los recursos humanos en este campo participando en su formación y su especialización, al tiempo que contribuye al incremento del conocimiento médico-científico mediante la investigación que se realiza en sus instalaciones tanto por su personal como por investigadores de otros niveles, que trabajan previo acuerdo y convenio.

4.16.1 HOSPITALES DE REFERENCIA EN LA CIUDAD DE LA PAZ

HOSPITALES EN LA CIUDAD DE LA PAZ	NIVEL DE REFERENCIA
HOSPITAL OBRERO	Tercer nivel
HOSPITAL BOLIVIANO HOLANDES	Segundo nivel
HOSPITAL AGRAMONT	Segundo nivel
HOSPITAL DE LA MUJER	Segundo nivel
HOSPITAL MATERNO INFANTIL	Segundo nivel
HOSPITAL DE CLÍNICAS	Tercer nivel
HOSPITAL GASTROENTEROLOGICO BOLIVIANO JAPONÉS	Segundo nivel
HOSPITAL SAN GABRIEL	Segundo nivel

HOSPITAL DEL NIÑO	Segundo nivel
HOSPITAL COREA	Segundo nivel
HOSPITAL MILITAR	Tercer nivel
HOSPITAL LUIS URÍA	Segundo nivel
INLASA	Cuarto nivel (investigación)
HOSPITAL UNIVERSITARIO	Segundo nivel

4.21.1.- ACTIVIDADES QUE REALIZA EL HOSPITAL

El Hospital de Clínicas de la ciudad de La Paz es un establecimiento público de Tercer Nivel de Atención, y es parte integral de la Red de Servicios del Ministerio de Salud.

4.21.2.- ÁREAS Y ESPECIALIDADES DEL HOSPITAL GENERAL

ÁREAS Y ESPECIALIDADES	DESCRIPCIÓN
CIRUGÍA GENERAL	En cargada de intervenciones quirúrgicas de emergencia o programadas
CIRUGÍA PLÁSTICA	Programas para intervenciones quirúrgicas tratadas (reconstructivas)
DERMATOLOGÍA	Problemas de la piel y/ o reacciones alérgicas dermaticas
INFECTOLOGIA	Tratamientos a pacientes con patologías infecciosas y/o contagiosas
MEDICINA INTERNA I	Atención de apacientes con patologías tratadas y de control

	MEDICINA INTERNA II	Control de pacientes que viven con enfermedades controladas
	NEUROCIRUGÍA	Pacientes con alteraciones neurológicas a ser tratadas y/o operadas
	NEUROLOGÍA	Pacientes con alteraciones del sistema nervioso
	ONCOLOGÍA	Atención a pacientes con patológicas cancerígenas tratables o no tratables
	SALUD MENTAL	Alteraciones del sistema nervioso – cerebral (falta de lógica)
	TERAPIA INTENSIVA	Pacientes con descompensación iónica (inestables)(en coma)
	TRAUMATOLOGÍA	Tratamientos a pacientes con lesiones Oseas en extremidades y el cuerpo en general
	UROLOGÍA	Tratamientos a complicaciones del sistema urinario
	URGENCIAS	Pacientes varios para estabilizar y derivar a especialidades
	MAXILO- FACIAL	Problemas maxilares o intervenciones faciales
	HEMATOLOGÍA	Especialidades y patologías referente a la problemas de la sangre

	SSPAM	Atención gratuita al pacientes de la tercera edad (60 años)(se deriva a cualquier especialidad)
	SUMI	Atención gratuita al pacientes mujeres embarazadas (se deriva a cualquier especialidad)
	PENAL (MIN. GOB.)	Atención gratuita al pacientes con privativa de libertad (se deriva a cualquier especialidad)
	OTROS CENTROS	Hospital: de la mujer , del niño ,tórax, otros

4.21.3.- TRATAMIENTOS DE LOS DIFERENTES RESIDUOS DEL HOSPITAL GENERAL

Los residuos hospitalarios son los que se generan en las actividades propias del hospital como resultado de todos los procedimientos que se realizan o de los servicios que prestan las instituciones de salud.

Estos residuos están normados para su tratamiento por la NB 6001 , NB 6003 , NB 6005 , NB 6006, que en la que en resumen de destaca la importancia de la bioseguridad para el personal de salud y la población en general, los residuos que se manejan en el hospital de clínicas y en todos los hospitales de la ciudad son monitoreados y controlados la empresa de recojo de basura en su unidad especial de "PATÓGENOS INFECCIOSOS" en la que se resumen los residuos sólidos y parte de los líquidos como excreciones y sangre entre otros , para su posterior incineración, pero no se posee un control sobre las aguas residuales que los centros médicos generan en sus alcantarillas y croacas

5.- DESARROLLO DEL ANÁLISIS

Para realizar el control y la comparación de las normas de las aguas residuales emitidas en los hospitales de nuestro departamento, tomaremos de referencia al primer hospital de tercer nivel del departamento de La Paz, para ello se realizara la toma de muestra para el análisis

5.1.- DIAGNOSTICO DE ALCANTARILLADO HOSPITALARIO DEL HOSPITAL DE CLÍNICAS

El sistema Alcantarillado del hospital Municipal, está compuesto por redes de dieciséis cámaras, que funciona por gravedad, de tipo combinado, que tiene su desembocadura hacia dos direcciones una que va hacia la avenida René Zavaleta, y la otra que atraviesa la avenida Saavedra pasando por la facultad de Medicina hacia el embovedado de la calle Víctor Eduardo

ya que a la red llegan aguas residuales de las diferentes pabellones (unidades de especialidad), las aguas pluviales captadas en los patios y techos del interior del hospital, aguas de escorrentía de los techos que van a cámaras mas pequeñas erróneamente,

La tubería es de PVC en su gran mayoría en los techos, por las características del sistema drena las aguas en dos sentidos contrarios, donde están ubicadas los embovedados construidas hace años atrás. Toda esta red tiene una extensión de 1325.2 metros cuadrados aproximadamente, drenando aproximadamente un área de 700 metros cuadrados.

En los últimos años se han construido redes de recolección y sistemas de tratamiento en dos sectores donde por gravedad no pueden conectarse al sistema.

5.2.- ANÁLISIS DE AGUAS RESIDUALES PROCEDIMIENTO

5.3.- TOMA DE MUESTRA POR SONDEO

Es necesario partir de la premisa que una muestra por sondeo es recogida en un lugar y un momento determinado y sólo puede representar la composición de la fuente en ese momento y lugar.

Es esencial asegurar la integridad de la muestra desde el momento de su toma hasta la emisión del informe, implica hacer una relación del proceso de posesión y manipulación de la muestra desde el momento en que fue tomada hasta el de su análisis y eliminación final.

Datos iniciales para el Análisis

HORA	2:10 pm
FECHA	30 de noviembre de 2012
LUGAR	Provincia murillo
FUENTE	Agua residual del Hospital de Clínicas
TEMPERATURA	12 °C aproximadamente
SITUACIÓN CLIMATOLÓGICA	nublado
VOLUMEN DE MUESTRA	2 litros

5.4.- CARACTERÍSTICAS DEL AGUA RESIDUAL A ANALIZAR:

Para realizar el análisis organoléptico de la muestra tomamos una cantidad de la muestra en un vaso de precipitados y determinamos las siguientes características

5.5.- CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS:

COLOR: En general al presencia de color en un agua es un indicador de calidad deficiente, el color del agua puede estar condicionado por la presencia de iones metálicos (hierro, manganeso), humus, turba, plancton, otros restos vegetales y residuos industriales

OLOR: Es la sensación de la recepción de un estímulo que se produce en el olfato. El olor se genera por una mezcla compleja de gases, vapores y polvos. Los olores corresponden al fenómeno objetivo de los elementos disueltos en aire o el sistema donde se percibe este aspecto

ASPECTO	turbio y presenta partículas en suspensión
COLOR	blanco
OLOR	persistente
SABOR	No aplica

5.6.- CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICAS

5.6.1.- Conductividad: La conductividad de una sustancia se define como "*la habilidad o poder de conducir o transmitir calor, electricidad o sonido*". Las

unidades son Siemens por metro [S/m] en sistema de medición SI y micromhos por centímetro [mmho/cm] .

5.6.2.- MEDICIÓN DE pH :El pH del agua pura es de 7 a 25°C. Como consecuencia de la presencia de ácidos y bases y de la hidrólisis de las sales disueltas, el valor del pH puede disminuir o aumentar

5.6.3.- SÓLIDOS: La determinación del residuo seco permite estimar la cantidad de Materias disueltas y en suspensión que lleva un agua, pero el resultado está influenciado por la temperatura y la duración de la desecación

Principio

Se evapora una determinada cantidad de agua en una cápsula tarada. El residuo se deseca y seguidamente se pesa.

Material

- Cápsula porcelana.
- Estufa regulable.

Procedimiento

Evaporar progresivamente 25mL de agua en una cápsula tarada en estufa a 105°C hasta sequedad y dejar enfriar 1/4 de hora en el desecador.

Pesar inmediata y rápidamente el residuo que por lo general será higroscópico.

Determinación de Sólidos Totales

25ml de Agua Residual

Llevar a sequedad en una capsula de porcelana

Pesar la muestra por diferencia calculamos los sólidos totales

DATOS OBTENIDOS EN EL LABORATORIO:

Determinación de Sólidos Sedimentales

Se utiliza para determinar sólidos sedimentales con conos de himfof.

Datos:

Análisis físico-Químico:

5.7.-

pH:	8,92
Conductividad :	1650 us/cm
Sólidos Totales :	1000 mg/L
Sólidos sedimentables :	1.8 mg/L

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

5.7.1.- OXIGENO DISUELTO: El análisis de OD es una prueba clave de la contaminación en la muestra y control del proceso de tratamiento en aguas residuales

Reactivos

Solución de sulfato de manganeso (II). Disolver 12g de $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ en agua y Aforar a 25mL con agua.

Se prepara una disolución de 25mL formada por 8,75g de NaOH (o 12,5g de KOH), 3,75g de KI o (3,37g de NaI).

(Disolución preparada).

Solución de tiosulfato sódico (0.025N), a preparar antes de su utilización.

Solución de almidón. Utilícese una solución acuosa o mezclas solubles de polvo de almidón. Para preparar la solución acuosa, disuélvase 2g de almidón soluble y 0.2g de ácido salicílico como conservador, en 100mL de agua destilada caliente.

Procedimiento

1. A la muestra de agua contenida en una botella (llenar completamente la botella), se le añaden 0,1mL de la solución de manganeso y 0,5mL de KI. Manténgase la punta de la pipeta por encima de la superficie del líquido, al añadir los reactivos Tápese con cuidado para excluir las Burbujas de aire y mézclase invirtiendo varias veces.

2. Cuando el precipitado se ha depositado suficientemente (hasta Aproximadamente la mitad del volumen del frasco) se pipetea 0,5mL de H_2SO_4 concentrado y se añaden a la botella (para formar un sobrenadante Claro por encima del hidróxido de manganeso floculado). Seguidamente se Vuelve a agitar de forma continuada durante 10min.

2. Transferir el contenido de la botella (después de haber medido su volumen con una probeta) a un erlenmeyer y valorar con la disolución de tiosulfato(0,025 N) hasta color paja pálido

3. Añádanse unas gotas de la solución de almidón y valórese hasta la Desaparición del color azul

CÁLCULOS Y RESULTADOS:

Determinación de oxígeno disuelto

Preparación de Soluciones:

- Reactivo álcali yoduro
- Tiosulfato de sodio
- Solución de almidón

REACCIONES

SOLUCIÓN ÁLCALI YODURO REACCIONES INVOLUCRADAS

5.7.2.- DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO (DQO)

La demanda química de oxígeno (DQO) es la cantidad de oxígeno Consumido por las materias existentes en el agua y oxidables en condiciones Operatorias definidas

Reactivos

- Solución de Digestión:
- Dicromato potásico 12.259g
- Acido sulfúrico 30mL
- Solución de sulfato de hierro II y amonio (sal de Mohr) 0,10M
- Sulfato de hierro II y amonio 39.2g
- Solución de ferroína: (reactivo preparado)

PROCEDIMIENTO:

Tomar una muestra de agua residual en un volumen de aproximadamente de un litro

Realizar las correspondientes diluciones de acuerdo al nivel de contaminación (color, olor) y llevar a un volumen de 20ml

Añadir 10ml de solución de dicromato de potasio mas 30 ml de acido sulfúrico concentrado

Hervir por un lapso de 2 horas, enfriar y titular con una solución de sulfato de amonio ferroso, añadir luego 3 gotas del indicador ferroina .Tomar como punto final de la titulación el primer cambio de color manifiesto desde azul verdoso al marrón rojizo o pardo

La demanda química de oxígeno (DQO), expresada en mg de O₂/L es igual a:

Siendo:

A = volumen de sal de Mohr necesario para el blanco (mL).

B = volumen de sal de Mohr necesario para la muestra (mL).

M = molaridad de la sal de Mohr.

V = volumen de la muestra tomada para la determinación (mL).

CÁLCULOS Y RESULTADOS:

Determinación de demanda química de oxígeno

☆ Preparación de Soluciones:

- DICROMATO DE POTACIO

- SULFATO DE AMONIO FERROSO
- INDICADOR FERROINA

PREPARACION DE LA MUESTRA

Diluir 5ml del agua residual en 15 ml de agua destilada con 5ml ácido sulfúrico concentrado y 5 ml de una solución de dicromato de potasio 0.0417 molar llevar a digestión durante 2 hrs

A=ml de sulfato ferroso amoniacal utilizados en el blanco

B= ml de sulfato ferroso amoniacal utilizados para la muestra

M = molaridad de sulfato ferroso amoniacal

DQO en $mg\ O_2 /L =$

Reemplazo de datos

DQO en $mg\ O_2 /L = =180\ mg /L\ O_2$

Multiplicando por el factor de dilución

DQO de la muestra inicial = $180 * 4 =720\ mg /L\ O_2$

Figura N° 10, obtención de DQO , en laboratorio

5.7.3.- NITRÓGENO EN AGUAS RESIDUALES: su presencia en las aguas en exceso es causa de eutrofización que destruye la calidad de las aguas

Determinación de nitrógeno A_{moniacal}

Preparación de Soluciones:

- Buffer Borato
- Tetra borato de Sodio
- Indicador + H₃BO₃

5.7.4.- SULFUROS EN AGUAS RESIDUALES:

Los sulfuros se encuentran a menudo en el agua subterránea, especialmente en manantiales calientes.

Su presencia común en las aguas residuales se debe en parte a la descomposición de la materia orgánica, presente a veces en los residuos industriales, pero procedente casi siempre de la reducción bacteriana de los sulfatos

Cálculos y resultados

Análisis químico

Parámetro	dato
Oxígeno disuelto	
Demanda química de oxígeno	720 mg /L O ₂
Amonio como nitrógeno	2.2672 mg/L N
Sulfuros	0.32 mg /L S ⁻²

5.8.- CARACTERÍSTICAS BACTERIOLÓGICAS ANALIZAR:

Este análisis se realizó en el laboratorio clínico de la facultad de medicina con sus respectivos procedimientos, el tratamiento de la muestra fue inmediatamente para evitar la contaminación de la misma y obtener datos más precisos en el momento de aplicar a sembradíos.

No hubo ningún tipo de tratamiento de la muestra ya que esta fue recolectada en un recipiente esterilizado.

5.8.1.- VIBRIO CHOLERAЕ

Denominado también vibrio comma, tiene tres serotipos: el ogawa, inaba, hikojina, que pueden dar manifestaciones clínicas diferentes. Los biotipos: el tor y el clásico pueden provocar una enfermedad grave, sin embargo, la infección moderada o asintomática es mucho más frecuente con el biotipo el tor.

MORFOLOGÍA INDIVIDUAL.- Bastoncillo curvo o recto

MORFOLOGÍA DE AGRUPACIÓN.- irregular

COLORACIÓN.- Gram negativo.

TAMAÑO.- 0.5 micrómetros y 2- 4 micrómetros de longitud

Son microorganismo que no tienen capsula, espora; tienen un flagelo polar, son móviles

METABOLISMO.- son anaerobios facultativos

PH 8.5 -9.5 temperatura optima 37 °c

RESISTENCIA.-

Los vibriones sobreviven en el agua hasta tres semanas, viven aproximadamente una semana en la superficie de las frutas y verduras frescas mueren a 55°C en 10 minutos, con rapidez a niveles de pH menores a 5.5

METABOLISMO BACTERIANOS.- poseen una endoxina

PATOLOGÍA: CÓLERA.-

En condiciones naturales el vibrio cholerae es patógeno solo para el hombre. Una persona puede tener que ingerir 10 a 100 microorganismos para quedar infectada y desarrollar la enfermedad. El cólera no es una infección invasora

MECANISMO DE CONTAGIO.

-Se transmite la enfermedad por aguas contaminadas y en menor grado por frutas y verduras. Por manipuleo de heces fecales contaminadas por el vibrio cholerae, el hacinamiento, los defectuosos hábitos higiénicos

CULTIVO.- los cultivos más utilizados son Agar hierro-tres azúcares (TSI), Agar hierro-lisina (LIA)

5.8.2.-SALMONELLAS

Son microorganismos que a menudo son patógenos para el hombre y los animales cuando se adquiere por vía bucal

MORFOLOGÍA INDIVIDUAL.- son bacilos

MORFOLOGÍA DE AGRUPACIÓN. - irregular

COLORACIÓN.- gram negativos

TAMAÑO.- 0.8 micrómetros, 2 a 4 micrómetros de longitud

Son microorganismos que no tienen espora, algunas tienen capsula, en general son móviles a excepción de la salmonella

METABOLISMO.- son aerobias pH 7 temperatura óptima 37 °c

Fermentan la glucosa, maltosa, forman ácido láctico y generalmente gas a partir de los hidratos de carbono antes mencionados

RESISTENCIA.- mueren a 60°C en el lapso de 60 minutos, la luz solar los destruye rápidamente, resisten al frío, a la desecación, en el agua, pueden permanecer viables por un tiempo prolongado

Patologías salmonelosis.- Denominado también fiebre tifoidea, esta patología es producida principalmente por salmonella

MECANISMO DE CONTAGIO.- La infección se realiza por la ingestión de agua o alimentos contaminados

CULTIVO.- EL CULTIVO DE LA MUESTRA PARA EL AISLAMIENTO DE MICROORGANISMO SIGUE UN PROCESO PARALELO

CULTIVO DE ENRIQUECIMIENTO.- este sistema de cultivo permite aumentar el número de gérmenes patógenos con relación a los microorganismos

La salmonella es un germen patógeno que requiere de medios de enriquecimientos como ejemplo

Caldo selenito

Caldo bilis verde brillante

Caldo tetracionato

La incubación se realiza por un lapso de 24 horas a 45 °c

CULTIVO PARA AISLAMIENTO PRIMARIO.- este cultivo permite diferenciar a los microorganismos fermentadores de lactosa de los no fermentadores en laboratorio

se utiliza principalmente los siguientes medios: agar Mac Conkey . agar SS, agar EMB

Figura N° 16 , obtención de colonias en crecimiento de Salmonellas en agar

5.8.3.-ESCHERICHIA COLI

MORFOLOGÍA INDIVIDUAL.- es un bacilo

MORFOLOGÍA DE AGRUPACIÓN.-irregular

COLORACIÓN.-Gram negativo

TAMAÑO.- 0.6 micrómetros, 1 a 4 micrómetros de longitud

METABOLISMO.- SON ANAEROBIOS FACULTATIVOS

PH 7 temperatura optima 35 °c

Fermentan la glucosa, maltosa, forman ácido láctico y generalmente gas a partir de los hidratos de carbono antes mencionados

PATOLOGÍAS.- producen infecciones urinarias como cistitis, síndrome diarreico. Infección respiratoria en forma de bronconeumonía

MECANISMO DE CONTAGIO.-por la ingestión de agua y alimentos contaminados

CULTIVO.-se desarrolla casi en todos los medios de cultivo sin embargo al utilizar medio de Levine incubando a 37 °c durante 18 horas se obtiene el mejor desarrollo

Preparación de las diluciones:

Se preparan tubos estériles con 9 ml de diluyente. Para hacer las diluciones se agita, repetidas veces, la muestra. Luego se flamea la boca del frasco, se destapa,

se vuelca un poco de contenido y, tapado nuevamente, se agita 10 - 15 veces para asegurar la distribución uniforme de las bacterias del líquido

Luego mediante una pipeta esterilizada, se toma 1 ml de muestra que se pasa a un tubo con 9 ml de diluyente. Se tiene así la muestra diluida 10 veces. Se agita esta aspirando y expeliendo el líquido de la pipeta repetidas veces, y luego, mediante otra pipeta esterilizada, se toma 1 ml del líquido diluido, el cual se pasa a un nuevo tubo con solución diluyente, esta operación se

Repite hasta que se estime conveniente. Según la naturaleza del agua se sembrará directamente o diluida. Las muestras de aguas superficiales purificadas o profundas se sembraran directamente y diluidas 1/10, para las aguas superficiales no purificadas se

Emplearan diluciones 1/10, 1/100, 1/1000

- Incubación:

Luego se incuban las muestras a 32 - 35 °C durante 24 horas. Se realiza la siembra en profundidad.

Recuento de colonias en placas:

- Seleccionar dos placas correspondientes a una dilución que contenga entre 30 y 300 colonias
- Tomar la media aritmética de los 2 recuentos y multiplicar por el factor de dilución (recíproco de la dilución utilizada). Informar según el caso, el resultado como número de microorganismos por ml ó gramo.

Análisis bacteriológico

BACTERIAS PRUEBA CUALITATIVA	RESULTADO	Unidad formadora de bacteria
VIBRIO CHOLERAEE	EXISTE	25000 UFC/ml

SALMONELLAS	EXISTE	20000 UFC/ml
ESCHERICHIA COLI	EXISTE	15000 UFC/ml

6.-RESULTADOS

Parámetros medidos	datos	Norma permisible ley1333 contaminación hídrica
pH:	8,92	6-9
Conductividad :	1560 us/cm	No normado
Sólidos Totales :	1000 mg/L	No normado
Sólidos sedimentables :	1.8 mg/L	60 mg/L
Oxígeno disuelto		No normado
Demanda química de oxígeno	720 mg /L O ₂	300 mg/L
Amonio como nitrógeno	2.2672 mg/L N	4.0 mg/L
Sulfuros	0.32 mg /L S⁻²	2.0 mg/L

Análisis bacteriológico

BACTERIAS PRUEBA CUALITATIVA	RESULTADO	Unidad formadora de bacteria
------------------------------------	-----------	------------------------------

VIBRIO CHOLERAEE	EXISTE	25000 UFC/ml
SALMONELLAS	EXISTE	20000 UFC/ml

7.-CONCLUSIONES

Tras los resultados obtenidos en laboratorio como ser:

Características organolépticas olor, color y sabor

Características fisicoquímicas como ph, conductividad, sólidos sedimentables , sólidos totales

Características químicas como Demanda química de oxígeno, oxígeno disuelto, nitrógeno amoniacal y sulfuros.

Basado con las comparaciones con la ley 1333 de contaminación hídrica, se pudo concluir que el agua residual analizada del hospital de clínicas en el área específica de unidad de dermatología el parámetro DQO es el que se encuentra fuera de parámetro aceptable ya que los demás parámetros se encontraron dentro de los parámetros aceptables.

Por otro lado en el análisis microbiológico realizado en el laboratorio clínico de la facultad de medicina se pudo concluir que existen las bacterias como ser:

El vibrio cholerae, vibrio cholerae y escherichia coli lo cual son los más dañinos para el ser humano y por lo tanto las aguas residuales deberían ser sometidas a un tratamiento específico para disminuir estas bacterias y también las materias orgánicas que se encuentran presentes en dichas aguas residuales

8.- BIBLIOGRAFÍA

*Norma técnica de agua potable – Determinación de color
Norma Boliviana NB 513-85, La Paz, Julio 1985*

*Norma técnica de agua potable – Determinación de turbiedad
Norma Boliviana NB 514-85, La Paz, Julio 1985*

Ley No. 1333 del Medio Ambiente del 27 de abril de 1992

La Paz

Norma técnica de agua potable – Muestreo
Norma Boliviana NB 496-85, La Paz, Octubre 1985

Norma técnica de agua potable – Determinación de pH por el método del electrodo de cristal
Norma Boliviana NB 518-85, La Paz, Julio 1985

Norma técnica de agua potable – Requisitos
Norma Boliviana NB 512-97, Descriptor: ICS 13.060.20, La Paz, Octubre 1997

Reglamento de Prevención y Control Ambiental
D.S. 24176 del 08/12/1995, La Paz

Astorga E. et Al. Contaminación Orgánica e Inorgánica de la Cuenca del río La Paz. La Paz, 2004

Vargas W. Evaluación de la calidad de agua en los ríos mediante el Modelo SIMOD. ABIS IV Congreso. La Paz, Bolivia 1989

Bellot F. Tecnología de procesos Ambientales. Curso IISA.UMSA La Paz, Bolivia 2000.

AENOR: Análisis de aguas en vertidos industriales. Medioambiente Tomo II. AENOR. Madrid 1998

METCALF & EDDY: Ingeniería de aguas residuales: tratamiento, vertido y reutilización. Ed. McGraw-Hill. Madrid. 1998

BACTEREOLOGIA BASICA DR.CHRISTHIAN TRIGOSO A.

BALCAZAR J.M HISTORIAL DE LA MEDICINA EN BOLIVIA EDICIONES "JUVENDUD "LA PAZ BOLIVIA

Resolucion Ministerial No 0131, 14 marzo 2002, Reglamento para la gestion de Residuos Solidos Generados en Establecimientos de Salud