



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
VICERECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Proyecto Interno Proyecto Semilla Proyecto Junior Proyecto Multi e Inter Disciplinario

Investigación Básica Investigación Aplicada Investigación Pedagógica Innovación

DEPARTAMENTO(S): CIENCIAS NUCLEARES

LINEA(S) DE INVESTIGACIÓN: PROCESOS DE OXIDACIÓN AVANZADA

1 Proyecto de Investigación

Título:

Estudio de un proceso Fenton modificado con agentes quelantes para el tratamiento complementario de aguas residuales contaminadas con tensoactivos y coliformes, en dos parroquias del Distrito Metropolitano de Quito.

Resumen del proyecto (máximo 200 palabras)

En la depuración de efluentes con sustancias recalcitrantes es útil aplicar procesos de oxidación avanzada como el Fenton modificado con agentes quelantes, los cuales oxidan los contaminantes mediante radicales hidroxilo. Este método permite trabajar en un rango de pH que depende del agente quelante, a diferencia del Fenton convencional donde el pH de operación oscila el valor de 3.

Se estudiará la alternativa mencionada con los agentes quelantes ácido cítrico y EDTA para el tratamiento complementario de las aguas residuales provenientes de las Plantas de Tratamiento de los barrios Chaquibamba y Ubillús, localizadas en las parroquias de Guayllabamba y Píntag, del DMQ. Para ello se tomarán muestras compuestas de los efluentes de cada planta y se las caracterizará "in situ" con las mediciones de pH, temperatura, conductividad y alcalinidad. En el laboratorio se determinarán los parámetros DQO, DBO₅, tensoactivos, coliformes fecales y coliformes totales.

Las variables de estudio del proceso Fenton convencional serán la relación másica de tensoactivos:H₂O₂, la relación molar Fe²⁺:H₂O₂ y la agitación. En el proceso Fenton modificado serán, la relación molar Fe²⁺:quelante y el pH de operación.

Con las mejores condiciones determinadas se diseñarán sistemas de tratamiento complementarios de oxidación avanzada, con los que se establecerán costos de inversión y operación.

Palabras clave (4-6):

Oxidación avanzada, Fenton modificado, ácido cítrico, EDTA, tratamiento biológico anaerobio



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
VICERECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL

2 Datos personales y académicos del Director del Proyecto		
Apellidos: Villacís Oñate		Teléfono casa: 022598232
Nombres: William Estuardo		
Cédula de Identidad: 1714336565		Teléfono celular: 0999214604
Cargo actual en la EPN: Profesor titular auxiliar (nivel 1, grado 1) a tiempo completo del Departamento de Ciencias Nucleares, Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria de la EPN. Oficial de Protección Radiológica de la EPN		
Dirección particular: Rumiñahui, De las Dalias Oe 3-20 y De los Cafetos / Quito		Teléfono oficina: 0222976300 Ext. EPN: 2103 Correo electrónico: william.villacis@epn.edu.ec
Formación de pregrado y posgrado		
Títulos	Fecha	Institución / Universidad/País
Ingeniero Químico	14 de septiembre de 2004	Escuela Politécnica Nacional/Ecuador
Magister en Seguridad Industrial y Salud Ocupacional	13 de junio de 2013	Escuela Politécnica Nacional/Ecuador

3 Datos personales y académicos del Profesor colaborador		
Apellidos: Pérez Guamanzara		Teléfono casa: 023820462
Nombres: Jady Paulina		
Lugar y fecha de nacimiento: 23 de mayo de 1970		Teléfono celular: 0984259377
Cargo actual en la EPN: Profesor titular auxiliar (nivel 1, grado 1) a tiempo completo del Departamento de Ciencias Nucleares, Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria de la EPN. Oficial de Protección Radiológica de la EPN		
Dirección particular: Manuela Sáenz E7-118 y Tacuri. Nayón / Quito		Teléfono oficina: 022976300 Ext. EPN: 2102 Correo electrónico: jady.perez@epn.edu.ec
Formación de pregrado y posgrado		
Títulos	Fecha	Institución / Universidad
Ingeniera Química	14 de mayo de 1999	Escuela Politécnica Nacional / Ecuador
Magister en Seguridad Salud y Ambiente	21 de julio de 2004	Universidad Central del Ecuador / Ecuador

4 Datos personales del personal administrativo de investigación (opcional)		
Apellidos:		Teléfono casa:
Nombres:		
Lugar y fecha de nacimiento:		
Cargo actual en la EPN:		Teléfono celular:
Dirección particular:		Teléfono oficina: Ext. EPN: Correo electrónico:
Formación de pregrado y posgrado		
Títulos	Fecha	Institución / Universidad



5	<p>Objetivos, relevancia, productos y resultados esperados de esta propuesta de investigación</p> <p>5.1 Objetivos</p> <p>5.1.1 Objetivo General</p> <p>Estudiar un proceso Fenton modificado con agentes quelantes, ácido cítrico y EDTA, para el tratamiento complementario de aguas residuales contaminadas con tensoactivos y coliformes, en los barrios Chaquibamba y Ubillús pertenecientes al Distrito Metropolitano de Quito.</p> <p>5.1.2 Objetivos Específicos</p> <ol style="list-style-type: none">Caracterizar física, química y microbiológicamente las aguas residuales descargadas a un cauce de agua desde la Planta de Tratamiento (PTAR) del barrio Chaquibamba, parroquia Guayllabamba.Caracterizar física, química y microbiológicamente las aguas residuales infiltradas en el suelo desde la PTAR del barrio Ubillús, parroquia Pintag.Determinar la relación en masa tensoactivos:H₂O₂ e intensidad de agitación en un proceso Fenton convencional que permitan una adecuada remoción de los parámetros tensoactivos y coliformes de las aguas residuales, hasta valores dentro de norma.Determinar la relación molar de Fe²⁺:H₂O₂, con la cantidad de H₂O₂ establecida anteriormente, y el tiempo del proceso Fenton convencional para que los parámetros tensoactivos y coliformes de las aguas residuales alcancen los valores de norma.Determinar la relación molar de Fe²⁺:EDTA, con la cantidad de Fe²⁺ previamente establecida, pH y tiempo del proceso Fenton modificado que permitan una adecuada remoción de los parámetros tensoactivos y coliformes de las aguas residuales, hasta valores dentro de norma.Determinar la relación molar de Fe²⁺:cittrato, con la cantidad de Fe²⁺ previamente establecida, pH y tiempo del proceso Fenton modificado para que los parámetros tensoactivos y coliformes de las aguas residuales alcancen los valores de norma.Diseñar un sistema de tratamiento complementario al tratamiento anaerobio existente en la PTAR de Chaquibamba para las mejores condiciones de Fenton modificado.Diseñar un sistema de tratamiento complementario al tratamiento anaerobio existente en la PTAR de Ubillús para las mejores condiciones de Fenton modificado.Determinar los costos de inversión y operativos asociados a cada planta de tratamiento. <p>5.2 Relevancia de esta propuesta de investigación y su relación con la(s) Línea(s) de investigación asociadas.</p> <p>Entre los contaminantes de las aguas residuales domésticas se tienen sólidos suspendidos y disueltos que consisten en materia inorgánica y orgánica, tanto natural como sintética, que es el caso de los tensoactivos. Además, los compuestos orgánicos son el medio de cultivo que permite el desarrollo de una variedad de microorganismos (Martín, Betancort, Salas, Baltasar, Peñate, Pidre y Sardón, 2006, pp. 22-24).</p> <p>La presencia de estos contaminantes en las aguas residuales puede ocasionar aparición de fangos y material flotante, en un cauce de agua, lo que ocasiona el agotamiento del oxígeno disuelto, la muerte de organismos existentes, malos olores y enfermedades a causa de microorganismos patógenos o sustancias tóxicas. En definitiva, una descarga de efluentes sin tratamiento ocasiona un desequilibrio en el ecosistema receptor y en aquellos ecosistemas relacionados (Martín et al., 2006, p. 28).</p>
---	--



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

VICERECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL

Las aguas residuales domésticas suelen tratarse por procesos convencionales, sean estos fisicoquímicos o biológicos; sin embargo, cuando el efluente contiene sustancias recalcitrantes y/o de baja biodegradabilidad es necesaria la búsqueda de otras tecnologías como los procesos de oxidación avanzada, ya que estos procesos no suelen ser selectivos debido a la alta reactividad del radical hidroxilo, que es el agente oxidante característico de estas tecnologías, lo que permite tratar efluentes al punto de una mineralización de los contaminantes y una escasa generación de lodos. Existe una diversidad de procesos de oxidación, entre los cuales se encuentra la alternativa Fenton (Bekbolet, 2011, pp. 13, 14; Osorio, Torres y Sánchez, 2011, p. 47).

En la oxidación Fenton, la generación de radicales hidroxilo se da por la descomposición de peróxido de hidrógeno en presencia de iones Fe^{2+} que se obtienen de sales como el sulfato ferroso. A presión atmosférica se recomienda trabajar a temperatura entre 40 °C y 50 °C para evitar la descomposición térmica acelerada de H_2O_2 hacia O_2 y H_2O (Castells, 2012, p. 114).

En cuanto al pH, los valores favorables se encuentran en un rango ácido y el valor óptimo oscila alrededor de 3 (Kos, Michalska y Perkowski, 2010, p. 107), pues a pH menores se ralentiza la reacción mientras a pH mayores a cinco disminuye la solubilidad de los iones férricos y se genera un precipitado que descompone el H_2O_2 en O_2 y H_2O (Castells, 2012, p. 114; Domenech, Jardim y Litter, 2001, p. 10).

Además de los parámetros descritos, el porcentaje de remoción de contaminantes depende de la concentración de catalizador y del agua oxigenada (Rodríguez, Casas, Mohedano, Zazo, Pliego y Blasco, 2012, p. 7). Esta tecnología es aplicada por la abundancia y bajo costo de las sales ferrosas, por la relativa facilidad de manejo del peróxido de hidrógeno y porque no produce compuestos clorados (Domenech et al., 2001, p. 9). Su utilidad ha sido probada en las industrias química, alimentaria, textil, papelera, farmacéutica, de cosméticos, de pintura e incluso es uno de los métodos utilizados para el tratamiento de contaminantes emergentes (Rodríguez et al., 2012, p. 8).

En lo que se refiere al tratamiento de tensoactivos, se han obtenido resultados positivos que muestran una degradación de 63 % en una hora al usar 60 mmol/L de H_2O_2 y una relación molar $Fe^{2+}:H_2O_2$ de 1:6 (Bandala, Pelaez, Salgado y Torres, 2008, p. 580). Otro campo en el que el uso del proceso Fenton ha demostrado ser útil es la desinfección, mediante inactivaciones de microorganismos como coliformes y salmonella (Hernández, 2012, pp. 94-97).

Una modalidad del proceso Fenton es aquella que hace uso de agentes quelantes, cuya función es mantener en suspensión a los iones ferrosos. La utilidad de dicha variación es que se puede trabajar a pH neutro o alcalino, con lo cual se evita el uso de equipos y reactivos para el acondicionamiento del efluente, tanto a la entrada al reactor como a la salida del mismo, puesto que para recuperar el hierro en solución y para el cumplimiento de la norma se debe mantener un pH de 6 a 9. Además, al evitar el proceso de ajuste de pH se impide la generación de lodos (Acuerdo Ministerial N° 097-A, 2015, p. 22; Castells, 2012, p. 115).

Como agentes quelantes se suelen usar compuestos biodegradables como el catecol, el ácido gálico, el ácido etilendiamino-*N,N'*-disuccínico (EDDS), ácido oxálico y citratos (Castells, 2012, p. 115; Klamerth, 2011, pp. 74, 177; Lewis, Lynch, Bachas, Hampson, Ormsbee y Bhattacharyya, 2009, p. 851).

Por lo citado anteriormente, se plantea estudiar la factibilidad de aplicar el proceso Fenton modificado con ácido cítrico y EDTA como agentes quelantes para complementar los tratamientos biológicos anaerobios existentes en las plantas de tratamiento de aguas residuales de las parroquias Chaquibamba y Ubillús pertenecientes al Distrito Metropolitano de Quito, las cuales no cumplen con los valores de norma de los parámetros tensoactivos y coliformes.

La PTAR localizada en el barrio de Ubillús de la parroquia Pintag, es una adecuación a un sistema de tratamiento construido anteriormente. Presenta un sistema de cribado a la entrada, en el que se retienen



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

VICERECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL

sólidos gruesos, seguido de una fosa séptica, en la que se produce un tratamiento primario de las aguas residuales y continúa hacia un filtro anaerobio de flujo ascendente (FAFA) en el cual, mediante el uso de rosetas plásticas, se permite el contacto entre una biopelícula de microorganismos (adheridas a la superficie de las rosetas) y el agua a tratar, lo que genera una degradación anaerobia de los contaminantes contenidos en el agua. Finalmente, el agua que sale del FAFA se distribuye, pendiente abajo, a tres pozos y eventualmente a un cuarto pozo cuando incrementa el caudal que ingresa a la planta. Estos pozos permiten la infiltración del agua en el suelo, con el objetivo de complementar el tratamiento anaerobio previo; sin embargo, hasta el momento no se han realizado estudios en la PTAR que confirmen la efectividad de la infiltración al suelo, en la reducción de la carga contaminante del efluente. Datos históricos de informes presentados para evaluar las características que posee el efluente a la salida del FAFA en los meses de mayo y agosto de 2014, indican que la carga contaminante de tensoactivos osciló entre 8,48 mg/L y 98 mg/L, la carga de coliformes fecales se encontró en un rango de 8 400 000 a 10 120 000 NMP/100mL, mientras que para coliformes totales este rango se encontró entre 19 700 000 y 43 520 000 NMP/100mL. El caudal máximo que se ha reportado en datos históricos corresponde a 140 m³/día.

La PTAR localizada en el barrio de Chaquibamba de la parroquia Guayllabamba presenta un diseño análogo al descrito para la PTAR del barrio de Ubillús, con algunas diferencias que se exponen a continuación. En primer lugar, el sistema de cribado a la entrada no ha sido diseñado de una manera adecuada, por lo que no es eficaz y permite el paso de sólidos gruesos hacia la fosa séptica. En el interior de la fosa séptica se tiene una cámara que funciona como trampa de grasas y permite retener, en cierta medida, los sólidos que ingresan a dicho recinto. El FAFA de la PTAR de Chaquibamba no cuenta con rosetas plásticas, sino que utiliza arena y rocas para proporcionar una superficie de contacto entre la biopelícula y el agua que ingresa a la cámara del filtro. El efluente que sale del FAFA se dirige mediante una tubería hacia un cauce natural. Los datos históricos entre los meses de febrero y diciembre de 2014, indican que la carga contaminante de tensoactivos osciló entre 1,83 mg/L y 11,47 mg/L, la carga de coliformes fecales se encontró en un rango de 2 750 000 a 16 000 000 NMP/100mL, mientras que para coliformes totales este rango se encontró entre 4 960 000 y 157 600 000 NMP/100mL. El caudal máximo que se ha reportado en datos históricos corresponde a 86,4 m³/día.

La información concerniente a las PTAR fue proporcionada por el Departamento de Aguas Residuales de la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento de Quito. La posibilidad de llevar a cabo el estudio en las aguas de dichas PTAR se dio en el marco del "Convenio de Cooperación Interinstitucional entre la Empresa Metropolitana de Agua Potable y Alcantarillado de Quito y la Escuela Politécnica Nacional".

Debido a que la alternativa seleccionada para el tratamiento de los efluentes en cuestión fue el proceso Fenton modificado con agentes quelantes, cuya principal característica es la generación de radicales hidroxilo, este proyecto tiene relación con la línea de investigación "Procesos de Oxidación Avanzada" del Departamento de Ciencias Nucleares dentro del área "Química de Radicales".

5.3 Productos esperados

- | | |
|---|--------------------------|
| a. Publicaciones científicas (obligatorio); | x |
| b. Disertación a la Comunidad Politécnica; | <input type="checkbox"/> |
| c. Proyecto de Titulación; | x |
| d. Tesis de Grado (maestría o doctorado); | <input type="checkbox"/> |
| e. Aplicación tecnológica construida o implementada; | <input type="checkbox"/> |
| f. Patente presentada; | <input type="checkbox"/> |
| g. Perfil de proyecto de mayor impacto científico, técnico, pedagógico o de innovación. | x |



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
VICERECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL

	<p>5.4 Detalle de los resultados esperados (con relación a los objetivos)</p> <ol style="list-style-type: none">a. Caracterización fisicoquímica y microbiológica de las aguas residuales, descargadas de las PTAR de Chaquibamba y Ubillús.b. La relación en masa de tensoactivos:H₂O₂ e intensidad de agitación en un proceso Fenton convencional que permitan una adecuada remoción de los parámetros tensoactivos y coliformes de las aguas residuales de las PTAR de Chaquibamba y Ubillús, hasta valores dentro de norma.c. La relación molar de Fe²⁺:H₂O₂ y tiempo del proceso Fenton convencional que permitan una adecuada remoción de los parámetros tensoactivos y coliformes de las aguas residuales de las PTAR de Chaquibamba y Ubillús, hasta valores dentro de norma.d. La relación molar de Fe²⁺:EDTA, pH y tiempo del proceso Fenton modificado que permitan una adecuada remoción de los parámetros tensoactivos y coliformes de las aguas residuales de las PTAR de Chaquibamba y Ubillús, hasta valores dentro de norma.e. La relación molar de Fe²⁺:citrato, pH y tiempo del proceso Fenton modificado que permitan una adecuada remoción de los parámetros tensoactivos y coliformes de las aguas residuales de las PTAR de Chaquibamba y Ubillús, hasta valores dentro de norma.f. Porcentajes de remoción de los contaminantes para las mejores condiciones del proceso Fenton modificado para cada una de las PTAR.g. Diseño de dos sistemas de tratamiento para las mejores condiciones del proceso Fenton modificado, que complementen los procesos anaerobios existentes en las PTAR de Chaquibamba y Ubillús.h. Costos de inversión y operativos asociados a cada planta de tratamiento.
6	<p>Descripción, metodología y cronograma de trabajo</p>
	<p>6.1 Descripción, metodología y diseño del proyecto (Máximo dos carillas)</p> <p>En el proyecto se realizarán las siguientes actividades:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Se tomarán cuatro muestras compuestas de las aguas residuales, en cada PTAR, pretratadas con un proceso biológico anaerobio.2. Se caracterizarán fisicoquímicamente los efluentes "in situ" mediante mediciones de pH, temperatura, conductividad y alcalinidad.3. Se caracterizarán los efluentes en laboratorio física, química y microbiológicamente, a través de mediciones de DQO, DBO₅, tensoactivos, coliformes fecales y coliformes totales.4. Se realizarán ensayos de laboratorio para determinar la relación en masa de tensoactivos:H₂O₂, en un proceso Fenton convencional, que será necesaria para reducir tensoactivos y coliformes a valores dentro de norma.5. Se realizarán ensayos de laboratorio para determinar la relación molar de Fe²⁺:H₂O₂, en un proceso Fenton convencional, que será necesaria para reducir tensoactivos y coliformes a valores dentro de norma.6. Se realizarán experimentaciones para determinar la relación de concentraciones de Fe²⁺:citrato y pH que serán necesarios para reducir tensoactivos y coliformes a valores dentro de norma.7. Se realizarán experimentaciones para determinar la relación de concentraciones de Fe²⁺:EDTA y pH que serán necesarios para reducir tensoactivos y coliformes a valores dentro de norma.8. Se establecerán porcentajes de remoción de los contaminantes, considerados en la caracterización, la intensidad de agitación adecuada y el tiempo mínimo para las mejores condiciones de Fenton modificado.9. Se diseñarán dos sistemas de tratamiento para las mejores condiciones de Fenton modificado, al considerar el caudal empleado en cada PTAR.10. Se cotizarán los reactivos necesarios y se estimarán los costos energéticos, de equipos y personal, con el fin de establecer un análisis de costos tanto de inversión como de operación.



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

VICERECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL

Metodología y diseño del proyecto

Se obtendrán nueve muestras aleatorias del agua residual de cada PTAR por un período de ocho semanas para realizar los análisis de los parámetros tensoactivos, coliformes totales y fecales con métodos estandarizados en cada caso. El volumen de cada muestra será de 4 L y se tomará a la salida del Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente (FAFA).

Se elaborarán cartas de control con los resultados de los análisis para establecer la variación de los parámetros de estudio en las muestras recolectadas. Si los valores reportados para cada parámetro se encuentran bajo el límite de alarma superior, se evidenciaría la inexistencia de variaciones significativas en las diferentes fechas de muestreo, con lo cual será factible tomar muestras compuestas en días normales de operación (APHA, AWWA y WEF, 2012, pp. 1-11).

La muestra compuesta será de 16 L y se tomará por cuatro ocasiones. Cada muestra compuesta constará de cuatro submuestras de 4 L recogidas cada 2 h (Resolución N° 002, 2014, p. 23). El punto de muestreo corresponderá a la salida del FAFA.

El efluente será caracterizado "in situ" con las mediciones de pH, temperatura, conductividad y alcalinidad, mientras que en laboratorio se lo hará mediante las mediciones de surfactantes, coliformes fecales y coliformes totales y una comprobación del parámetro alcalinidad. Para la determinación de los parámetros mencionados se recurrirá a metodologías estandarizadas para el agua residual emitida por la American Public Health Association y organismos afines (APHA et al., 2012, pp. 2-69 – 2-70, 4-91 – 4-95, 5-13 – 5-21, 5-53 – 5-55, 9-33– 9-76).

Inicialmente se estudiarán tres factores para un proceso Fenton convencional: la relación en masa de tensoactivos:H₂O₂, la concentración de hierro y la agitación. La relación en masa de tensoactivos:H₂O₂ presentará tres niveles diferentes, la concentración de hierro presentará dos niveles y la agitación tres niveles. Estos factores se combinarán en un diseño experimental 3x2x3. La relación en masa de tensoactivos:H₂O₂ se variará en valores de 1:1, 1:2 y 1:4, la concentración de hierro será de 50 y 80 mg/L y se harán los ensayos sin agitación y con dos diferentes intensidades de agitación (Lewis et al., 2009, p. 851). Las muestras para análisis se tomarán a los 60 minutos. De esta manera se determinará el requerimiento de agitación y la relación en masa de tensoactivos:H₂O₂ en un proceso Fenton convencional. Se requiere determinar esta relación por el hecho de que tanto el agua oxigenada como los tensoactivos son reactivos para el proceso Fenton, por tal razón, en lugar de asumir y utilizar una cantidad de agua oxigenada presentada en bibliografía, que podría resultar sobredimensionada, se determinará una relación adecuada entre estos dos reactivos, que permita disminuir la carga contaminante. Esto con el objetivo de optimizar los reactivos utilizados durante el proceso, en este caso el agua oxigenada, cuya cantidad también influye directamente en las cantidades de hierro y quelantes que se utilizarán en los posteriores tratamientos.

Para el desarrollo del proceso Fenton convencional, con una cantidad de H₂O₂ previamente establecida, se evaluará un factor: la relación molar de Fe²⁺:H₂O₂, en tres niveles diferentes, en un diseño experimental completamente al azar. Se realizarán pruebas en las cuales se variará la relación molar Fe²⁺:H₂O₂ en valores de 1:5, 3:5 y 1:1 (Méndez, Pietrogiovanna, Santos, Sauri, Giacomán y Castillo, 2010, p. 214). De esta manera se determinará la relación molar de Fe²⁺:H₂O₂ en un proceso Fenton convencional.

Para el desarrollo del proceso Fenton modificado con EDTA se evaluarán dos factores: la relación molar Fe²⁺:EDTA con una cantidad de Fe²⁺ previamente establecida y el valor del pH. La relación molar Fe²⁺:EDTA presentará dos niveles diferentes, mientras que el valor del pH presentará tres niveles diferentes. Estos factores se combinarán en un diseño experimental 2x3. La relación molar Fe²⁺:EDTA se variará en valores de 1:1 y 2:1 (Lewis et al., 2009, p. 853). Los valores de pH con los que se trabajarán



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL VICERECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL

serán de 4, 6 y el pH del efluente (Acuerdo Ministerial N° 097-A, 2015, p. 22). De esta manera se determinará la relación molar Fe^{2+} :EDTA para un proceso Fenton modificado.

Para el desarrollo del proceso Fenton modificado con ácido cítrico se evaluarán dos factores: la relación molar Fe^{2+} :citrato con una cantidad de Fe^{2+} previamente establecida y el valor del pH. La relación molar Fe^{2+} :citrato presentará dos niveles diferentes, mientras que el valor del pH presentará tres niveles diferentes. Estos factores se combinarán en un diseño experimental 2x3. La relación molar Fe^{2+} :citrato se variará en valores de 1:1 y 2:1 (Lewis et al., 2009, p. 853). Los valores de pH con los que se trabajarán serán de 4, 6 y el pH del efluente (Acuerdo Ministerial N° 097-A, 2015, p. 22). De esta manera se determinará la relación molar Fe^{2+} :citrato para un proceso Fenton modificado.

Cada prueba se realizará a temperatura ambiente y en modalidad batch, con un volumen de 2 000 mL con el requerimiento de agitación previamente determinado. Las muestras para análisis se tomarán a diferentes tiempos: 15, 30, 60, 90, 120 y 180 min.

Posterior a cada tratamiento se analizarán tensoactivos y coliformes en las muestras obtenidas para cuantificar su remoción y establecer los valores mínimos necesarios de reactivos y tiempo de tratamiento, para que los parámetros en estudio cumplan con la norma nacional de descarga a un cuerpo de agua dulce, la cual establece que para tensoactivos y coliformes fecales los valores límite son 0,5 mg/L y 2 000 NMP/100mL, respectivamente (Acuerdo Ministerial N° 097-A, 2015, p. 22).

Se caracterizarán dos nuevas muestras compuestas, "in situ" mediante la medición de los parámetros: pH, temperatura, conductividad y alcalinidad, mientras que en laboratorio se lo hará mediante las mediciones de DQO, DBO₅, surfactantes, coliformes fecales y coliformes totales y una comprobación del parámetro de alcalinidad. Luego se tratarán dichas muestras mediante Fenton modificado a las mejores condiciones determinadas. La muestra tratada será caracterizada por los parámetros ya mencionados, excepto alcalinidad, debido a que este parámetro se utiliza para evaluar la estabilidad del proceso anaerobio existente y no es relevante para evaluar el proceso Fenton.

En función de las mejores condiciones determinadas en las experimentaciones y en el caudal de cada PTAR, se establecerán los criterios de diseño, los diagramas de bloques (BFD) y de flujo (PFD), balances de masa y energía, las dimensiones de los reactores requeridos en Chaquibamba y Ubillús. Además, se contemplará un sistema de dosificación de reactivos y uno de agitación, según lo sugieran los resultados.

Para la determinación de costos de inversión se considerarán la adquisición equipos del sistema de dosificación, de agitación y el costo de construcción del reactor. En cuanto a los costos operativos se obtendrán con base en el gasto de reactivos requeridos, en el consumo energético previsto y en el personal necesario en cada planta.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Acuerdo Ministerial N° 097-A. (2015). *Refórmese el Texto Unificado de Legislación Secundaria*. Quito, Ecuador
2. APHA, AWWA y WEF. (2012). *Standard methods for the examination of water and wastewater*. Washington. D. C. Estados Unidos: American Public Health Association.
3. Bandala, E., Pelaez, M., Salgado, M. y Torres, L. (2008). *Degradation of sodium dodecyl sulphate in water using solar driven Fenton-like advanced oxidation processes*. *Journal of Hazardous Materials*, 151, 578-584. DOI: dx.doi.org/10.1016/j.jhazmat.2007.06.025
4. Bekbolet, M. (2011). *Fundamentals of advanced oxidation processes*. En Belgiorno, Naddeo y Rizzo. *Water, Wastewater and Soil treatment by advanced oxidation processes* (pp. 13-22). Salerno, Italia: ASTER.
5. Castells, X. (2012). *Reciclaje de residuos industriales: Residuos sólidos urbanos y fangos de depuradora*. <https://books.google.com.ec/books?id=8yWSZebQSXgC&printsec=frontcover&dq=https://books.google.com/books%3Fisbn%3D8499693660&hl=es&sa>



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
VICERECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL

- =X&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false (Agosto, 2015).
6. Domenech, X., Jardim, W. y Litter M. (2001). *Procesos avanzados de oxidación para la eliminación de contaminantes*. Recuperado de: <http://horus.psa.es/webeng/solwater/files/CYTED01/06cap01.pdf> (Agosto, 2015).
 7. Hernández, A. (2012). *Evaluación de fotocatalisis heterogénea con TiO₂ y proceso Fenton para el control de salmonella spp en aguas generadas en plantas de beneficio avícola*. (Tesis presentada como requisito para optar al título de Magíster en Ciencias Biológicas). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia. Recuperado de: <http://repository.javeriana.edu.co/bitstream/10554/15454/1/HernandezMolanoAngy2012.pdf>
 8. Klamert, N. (2011). *Aplicación de Foto-Fenton solar para el tratamiento de contaminantes en efluentes de EDAR*. (Memoria presentada para aspirar al grado de Doctor en Ciencias Químicas no publicada). Universidad de Almería, Almería, España. Recuperado de: https://www.psa.es/webesp/areas/tsa/docs/Tesis_Nikolaus_Klamert.pdf
 9. Kos, L., Michalska, K. y Perkowski, J. (2010). *Textile Wastewater Treatment by the Fenton Method*. FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe, 18(4), 105-109. Recuperado de: <http://www.fibtex.lodz.pl/2010/4/105.pdf> (Enero, 2016).
 10. Lewis, S., Lynch, A., Bachas, L., Hampson, S., Ormsbee, L. y Bhattacharyya, D. (2009). *Chelate-Modified Fenton Reaction for the Degradation of Trichloroethylene in Aqueous and Two-Phase Systems*. Environmental Engineering Science, 26(4), 849-859. DOI: 10.1089/ees.2008.0277
 11. Martín, I., Betancort, J., Salas, J., Peñate, B., Pidre, J. y Sardón, N. (2006) *Guía sobre tratamientos de aguas residuales urbanas para pequeños núcleos de población: Mejora de la calidad de los efluentes*. Canarias, España: Instituto Tecnológico de Canarias. Recuperado de: <http://www.centa.es/uploads/publicaciones/doc4f965da41fa7d.pdf> (Agosto, 2015).
 12. Méndez, R., Pietrogiovanna, J., Santos, B., Sauri, M., Giácoman, G. y Castilla, E. (2010). *Determinación de la dosis óptima de reactivo Fenton en un tratamiento de lixiviados por absorción*. Revista internacional de contaminación ambiental, 31(2), 211-220. Recuperado de: <http://www.journals.unam.mx/index.php/rica/article/view/20458> (Junio, 2015).
 13. Osorio, F., Torres, J. y Sánchez, M. (2011). *Tratamiento de aguas para la eliminación de microorganismos y agentes contaminantes: Aplicación de procesos industriales a la reutilización de aguas residuales*. Recuperado de: https://books.google.com.ec/books?id=ukWBiJ8V1yEC&pg=PA47&dq=procesos+de+oxidacion+avanzada&hl=es&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=procesos%20de%20oxidacion%20avanzada&f=false (Agosto, 2015).
 14. Resolución N° 0002. (2014). *Normas técnicas para la aplicación de las ordenanzas metropolitanas sustitutiva del Título V "Del medio ambiente" del libro segundo del código municipal*". Recuperado de: http://www.quitoambiente.gob.ec/images/M_imagenes/documentos/resol_002_2014.PDF (Agosto, 2015).
 15. Rodríguez, J., Casas, J., Mohedano, A., Zazo, J., Pliego, G. y Blasco, S. (2012). *Aplicación del proceso Fenton a la depuración de efluentes industriales y contaminantes emergentes*. En *Consolider Tragua. Tecnologías de tratamiento de aguas para su reutilización* (pp. 5-20). Madrid, España: Consolider Tragua.



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
VICERECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL

7	Fechas de inicio y fin
	Inicia: 01/02/2016
	Termina: 01/02/2017


8	Infraestructura, equipos y fondos adicionales.
	<p>8.1 Infraestructura y equipos</p> <ul style="list-style-type: none"> - pHmetro - Reactor de digestión - Espectrofotómetro HACH - Incubadora - Sensores B.O.D. - Embudos de separación - Cámara de flujo laminar - Autoclave - Material de vidrio
	<p>8.2 Breve justificación del equipo requerido</p> <ul style="list-style-type: none"> - Los equipos mencionados serán utilizados en el proceso de caracterización de las muestras de efluente mediante los parámetros: pH, temperatura, DQO, DBO₅, surfactantes, coliformes totales y coliformes fecales.
	<p>8.3 Fondos Adicionales</p>

9	Presupuesto estimado para la ejecución del presente proyecto (anual)			
	<u>Primer Año</u>			
	Lista de ítems		Cantidad solicitada (US \$)	Porcentaje de Ejecución (%)
	1. Contratación Servicios Personales por Contrato		0,00	
	Subtotal		0,00	
	2. Maquinaria y Equipos			
	Medidor portátil multiparámetro modelo HQ40d HACH		1 503,04	
	Sonda estándar de pH para modelos HQ con 3 m de cable		367,63	
	Sonda estándar de conductividad para modelos HQ con 3 m de cable		571,72	
	Subtotal		2 442,39	
3. Reactivos y materiales de laboratorio				
Peróxido de hidrógeno 30% ACS, 4 L		77,68		
Sulfato Ferroso Heptahidratado, 500 g		47,90		
EDTA, 500 g		52,45		
Ácido Cítrico, 500 g		34,68		
Cloroformo, 27,5 L		418,00		
Fosfato monobásico monohidratado, 1 kg		52,00		
Lana de Vidrio, 250 g		36,00		
Pack de papel para medición de alcalinidad, 1 pack		24,90		
Petriilm coliformes totales, 200		304,00		
Petriilm E. coli, 200		512,00		
Subtotal		1 559,61		



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
VICERECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL

4. Literatura especializada	0,00	
Subtotal	0,00	
5. Viajes técnicos y de muestreo	460,00	
Subtotal	460,00	
6. Presentación de ponencias en congresos internacionales y Publicaciones	0,00	
Subtotal	0,00	
TOTAL PRESUPUESTO	4 462,00 + IVA	100

10	Lugar y Fecha/ Firma del Director del Proyecto	
	Quito, 01 de febrero de 2016 Nombre: Ing. William Villacís MSc. CC: 1714336565	 Firma del Director

DECLARACION DEL JEFE DE DEPARTAMENTO	
Esta propuesta ha sido aprobada por el Consejo del Departamento de Ciencias Nucleares, en Sesión del 26 de enero de 2016, mediante Resolución No. 08-16 y las instalaciones, incluyendo personal, edificios, equipo y recursos financieros están a disposición del aplicante de acuerdo con las especificaciones que se encuentran en esta aplicación.	
 JEFE DEL DEPARTAMENTO/INSTITUTO Nombre: Dra. Florinella Muñoz B. CC: 170458202-0	Quito, 01 de febrero de 2016 Lugar y fecha



Señor (es): 00623 - ESCUELA POLITECNICA NACIONAL ALICIA GUEVARA LADRON DE GUEVARA E11-253 Y ANDALUCIA 2976300 / 2507144 Ext 2249	REPRESENTANTE QUE ELABORO LA COTIZACION CAROLA PARRALES		COD. REPRESENTANTE 23
	RUC DEL CLIENTE 1760005620001	CODIGO CLIENTE 00623	CONDICION VENTA 30 DIAS
	FECHA EMISION 13/10/2015	HORA EMISION 10:28:59	VALIDEZ OFERTA 7 DIAS

OBSERVACIONES:

ITEM	ARTICULO	DESCRIPCION	OBSERVACIONES	ENTREGA	IVA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	VALOR NETO
1	1072101000	HIDROGENO PEROXIDO 30% EMSURE® ACS,ISO	PRESENTACION 1LT	48 HORAS	SI	2.00	90.00	180.00
2	1039651000	HIERRO(II) SULFATO HEPTAHIDRATO P.A. EMSURE® ACS,I	PRESENTACION 1KG	90 DIAS	SI	1.00	113.00	113.00
3	1002441000	ACIDO CITRICO MONOHIDRATO P.A. EMSURE® ACS,ISO,REA	PRESENTACION 1KG	48 HORAS	SI	1.00	76.00	76.00
4	1072271000	FENOLFTALEINA EN SOLUCION 1 % ETANOLICA INDICADOR	PRESENTACION 1LT	90 DIAS	SI	1.00	138.00	138.00
5	1024452500	CLOROFORMO PARA ANALISIS 2.5 LTS	PRESENTACION 2.5LT	48 HORAS	SI	12.00	38.00	456.00
6	1159430025	AZUL DE METILENO (C.I.52015) PARA MICROSCOPIA CERT	PRESENTACION 25GR	48 HORAS	SI	1.00	46.00	46.00
7	1063461000	SODIO DIHIDROGENOFOSFATO MONOHIDRATO P.A. EMSURE®	PRESENTACION 1KG	48 HORAS	SI	1.00	52.00	52.00
8	1040860250	LANA DE VIDRIO	PRESENTACION 250GR	90 DIAS	SI	1.00	38.00	38.00
9	1167545000	AGUA P.A. EMSURE®	PRESENTACION 5LT	90 DIAS	SI	8.00	114.00	912.00
10	1096342500	2-PROPANOL PARA ANALISIS EMSURE 2.5LT	PRESENTACION 2.5LT CONSEP CONTROLADO	48 HORAS	SI	1.00	50.00	50.00
11	1081210025	VERDE DE BROMOCRESOL INDICADOR ACS,REAG. PH EUR	PRESENTACION 25GR	48 HORAS	SI	1.00	823.00	823.00
12	1013220025	ANARANJADO DE METILO (C.I. 13025) INDICADOR ACS,RE	PRESENTACION 25GR	5 DIAS	SI	1.00	86.00	86.00
13	1007312511	ACIDO SULFURICO 95-97% P.A. 2.5 LTS	PRESENTACION 2.5LT CONSEP CONTROLADO	48 HORAS	SI	1.00	30.00	30.00
14	1064981000	SODIO HIDROXIDO EN LENTEJAS P.A. 1 KG	PRESENTACION 1KG CONSEP CONTROLADO	48 HORAS	SI	1.00	17.00	17.00
15	1063921000	SODIO CARBONATO ANHIDRO P.A. EMSURE 1 KG	PRESENTACION 1KG CONSEP CONTROLADO	5 DIAS	SI	1.00	70.00	70.00

NOTA: PEDIDO MINIMO POR FACTURA 100 USD
ENTREGA INMEDIATA SALVO VENTA PREVIA

SUMAN:	3,087.00
DESCUENTO:	0.00
SUBTOTAL:	3,087.00
I.V.A. 0.00 %	0.00
I.V.A. 12.00 %	370.44
TOTAL:	3,457.44

FIRMA AUTORIZADA

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
LEONIDO M. OJILLO
LABORATORIO GUEVAYA E11-253
QUITO - ECUADOR
2 2775 106

IMPORTADORES Y DISTRIBUIDORES DE EQUIPOS CIENTÍFICOS
PARA EL LABORATORIO, LA INDUSTRIA Y LA ENSEÑANZA.



QUITO: AV. De los Reyes N 40-110 y
Aparador Postal: 17-15-378 Fax:
Teléfono: 2 2444 100 / 2 432 144 /
Ruc: 1702130093002

Ejecutivo de Ventas

Nombre: HENRY MORENO

Código: 0003

Fecha Emisión 22/10/2015

Celular: 0984903556

E-mail: hr-henrymoreno@hotmail.com

Oferta Válida 06/11/2015

Proform No. 31

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANT	Unitario	Total
PAN - 121076,1211	PEROXIDO D HIDROGENO 30 % PA LITRO	14	\$ 37,00	\$ 518,00
PAN - 131362,1210	HIERRO SULFATO II 500 GR 7 AGUAS PAN	2	\$ 35,70	\$ 71,40
PAN - 131026,1210	EDTA 500 GR PANREAC	1	\$ 56,00	\$ 56,00
PAN - 131808,1210	ACIDO CITRICO 500 GR	1	\$ 29,00	\$ 29,00
PAN - 131325,208	FENOLTALEINA 100GR PANREAC P.A	1	\$ 35,00	\$ 35,00
PAN - 121252,1612	CLOROFORMO DE 2,5 LITROS PA	12	\$ 66,15	\$ 793,80
PAN - 251170,1608	AZUL DE METILENO 100 GR PANREAC P.A	3	\$ 39,00	\$ 117,00
PAN - 122018,1210	SODIO FOSFATO MONOB. 500 GR PANREAC	3	\$ 49,00	\$ 147,00
PAN - 211376,1209	LANA DE VIDRIO 250 GR QP	1	\$ 39,00	\$ 39,00
190 -MAT	PAPEL P/DETERMINAR CLORO, ALCALINIDAD Y PH 50 TIRAS	1	\$ 24,90	\$ 24,90
PAN - 131759,1604	VERDE DE BROMOCRESOL 5GR PA/ACS	1	\$ 35,90	\$ 35,90
MN - 65000045047	MEMBRANA CELULOSA 0,45 UM X 47 MM 50 UNIDADES.	2	\$ 87,00	\$ 174,00

Subtotal \$ 2.041,00

IVA \$ 244,92

TOTAL \$ 2.285,92

TÉRMINOS DE VENTA Y OTROS COMENTARIOS

FORMA DE PAGO: Contado

ENTREGA: Entrega inmediata salvo venta previa

OFERTA: 15 DÍAS



NOVACHEM DEL ECUADOR

QUITO: AV. REAL AUDIENCIA N66-97 Y DE LOS EUCALIPTOS
RUC: 1201527379001
E-mails ventasnovachem@hotmail.com
germaniacardenos@novachem.com.ec

TELEFONOS: 3463695 - 3463699 - 3464006
FAX: 3463695 - 3463699 - 3464006
CELULAR : 0992 660 349

NOTA DE COTIZACION N°

N-081-15

VEND. 500

OBSERVACIONES:

El tiempo de entrega especificado corre a partir de recibida la Orden de Compra, salvo venta previa

RAZON SOCIAL:

Escuela Politécnica Nacional

RUC DEL CLIENTE:

1760005620001.

DIRECCIÓN:

Ladrón de Guevara E11-253 y Andalucía

TELÉFONO:

2976300

ATENCIÓN:

Leandro Morillo

Fecha	Validez de la Oferta	Condiciones de pago
2015-09-21	15 DIAS	30 Días

ITEM	ARTICULO	DESCRIPCIÓN	CANT.	TIEMPO DE ENTREGA	PRECIO UNIT. (USD)	PRECIO TOTAL (USD)
1	H325 4	PEROXIDO DE HIDROGENO 30% ACS 4LITRO	1	INMEDIATA	77,68	77,68
2	S311 500	EDTA SAL SODICA ACS 500G	2	INMEDIATA	49,07	98,14
3	A104 500	ACIDO CITRICO MONOHIDRATO GRANULAR ACS 500G	1	INMEDIATA	34,68	34,68

SUBTOTAL USD	210,50
IVA 12%	25,26
TOTAL USD	235,76

Nidelkys Marin

Ejecutiva de Ventas



NOVACHEM DEL ECUADOR

QUITO: AV. REAL AUDIENCIA N66-97 Y DE LOS EUCALIPTOS
 RUC: 1201527379001
 E-mails: ventasnovachem@hotmail.com
gemanlacardenas@novachem.com.ec

TELEFONOS: 3463695 - 3463699 - 3464006
 FAX: 3463695 - 3463699 - 3464006
 CELULAR: 0992 860 349

NOTA DE COTIZACION N°

N-0134-15

VEND. 500

OBSERVACIONES:

El tiempo de entrega especificado corre a partir de recibida la Orden de Compra, salvo venta previa

RAZON SOCIAL:

Escuela Politécnica Nacional

RUC DEL CLIENTE:

1760005620001.

DIRECCIÓN:




Ladrón de Guevara E11-253 y Andalucía

TELÉFONO:

ATENCIÓN:

Leandro Morillo

Fecha	Validez de la Oferta	Condiciones de pago
2015-10-14	15 DIAS	30 Días

ITEM	ARTICULO	DESCRIPCIÓN	CANT.	TIEMPO DE ENTREGA	PRECIO UNIT. (USD)	PRECIO TOTAL (USD)
1		PEROXIDO DE HIDROGENO 30% ACS 4LITRO	1	INMEDIATA	77,68	77,68
2		HIERRO II SULFATO HEPTAHIDRATADO 500G	1	INMEDIATA	47,90	47,90
3		EDTA SAL SODICA ACS 500G	1	INMEDIATA	52,45	52,45
4		FENOLFTALEINA EN SOLUCION INDICADORA 100ML	8	INMEDIATA	16,18	129,44
5	CONSEP	ALCOHOL ISOPROPILICO ACS 4LITRO	1	INMEDIATA	50,42	50,42
6		VERDE DE BROMOCRESOL 5G	1	INMEDIATA	37,31	37,31
7	CONSEP	ACIDO SULFURICO GERBER 4LITRO	1	INMEDIATA	60,20	60,20
8	CONSEP	SODIO HIDROXIDO ACS 500	1	INMEDIATA	19,56	19,56
9	CONSEP	SODIO CARBONATO ACS GRAMOS	10	INMEDIATA	0,06	0,60
10		PLACAS PETRIFILM COLIFORMES	1	INMEDIATA	1,48	1,48
11		PLACAS PETRIFILM E. COLI	1	INMEDIATA	2,90	2,90
12		MEDIDOR PORTATIL MULTIPARAMETRO MODELO HQ40d HACH	1	INMEDIATA	2030,28	2030,28
13		ELECTRODO DE PH, STD, CABLE W3M MARCA: HACH	1	8 SEMANAS	493,34	493,34
14		ELECTRODO DE CONDUCTIVIDAD, STD, CABLE W3M MARCA: HACH	1	8 SEMANAS	772,27	772,27

SUBTOTAL USD	3775,83
IVA 12%	453,10
TOTAL USD	4228,93

Nidelkys Marin
 Ejecutiva de Ventas



Av. República de el Salvador N35-182 y Suecia
Edificio Almirante Colón 4to. Piso - Of. 52-B
Telf. 2464-587 / 2464-076 Fax 2464-075 Celular: 094-999-705
Casilla: 17-21-501 Eloy Alfaro Quito - Ecuador

RUC N° 1790990842001

CONTRIBUYENTES ESPECIALES: RESOLUCION N° 826 DEL 22-DIC-2009

Fecha: Quito, 2 de octubre de 2015
Cliente: ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
CIENCIAS NUCLEARES
Atención: ING. EDISON VERA
Embarcador: HDM ELQUITÉCNICA CÍA. LTDA.
Condiciones de pago: CONTRA ENTREGA
Plazo de Entrega: VER CADA ITEM, SALVO VENTA PREVIA
Validez de la Oferta: 30 DÍAS
Marca: HACH
No. Proforma: P-RD-1523-2015

PROFORMA

Item	Cantidad	CATALOGO	DESCRIPCION MATERIAL	ENTREGA	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	1	20637-00	Kit para análisis de alcalinidad Marca : HACH Modelo : AL-DT Rango : 10 A 4000 mg/L CaCO3 N° de pruebas : 100	90 Días	383,90	383,90
2	1	24443-00	Kit para análisis de alcalinidad Marca : HACH Modelo : AL-AP Rango : 0.4 A 8 gpg/ 1 A 20 gpg 1 gpg = 17.1 mg/L N° de pruebas : 100	90 Días	72,76	72,76
3	1	HQ40D53000000	Medidor portátil multiparámetro modelo HQ40d.	Inmediata	1.503,04	1.503,04
3,1	1	PHC101-03	Sonda estandar de pH para modelos HQ con 3 m de cable	Inmediata	367,63	367,63
3,2	1	CDC401-03	Sonda estandar de conductividad para modelos HQ con 3 m de cable	Inmediata	571,72	571,72
3,3	1	LDO101-03	Sonda de oxígeno disuelto estándar con 3 metros de cable	Inmediata	1.034,24	1.034,24

NOTA 1 : Los precios ofertados no incluyen el 12% del IVA

NOTA 2: Los Equipos ofertados están respaldados por un año de Garantía Técnica contra cualquier defecto de manufactura contado a partir de la entrega de los mismos

HDM ELQUITECNICA CIA. LTDA.

ING. RODRIGO DOMINGUEZ
REP TECNICO DE VENTAS
CEL: 0994999911



NOVACHEM DEL ECUADOR

QUITO: AV. REAL AUDIENCIA N66-97 Y DE LOS EUCALIPTOS
RUC: 1201527379001
E-mails: ventasnovachem@hotmail.com
germaniacardenas@novachem.com.ec

TELEFONOS: 3463695 - 3463699 - 3464006
FAX: 3463695 - 3463699 - 3464006
CELULAR : 0992 660 349

NOTA DE COTIZACION N°

N-0149-15

VEND. 500

OBSERVACIONES:

El tiempo de entrega especificado corre a partir de recibida la Orden de Compra, salvo venta previa

RAZON SOCIAL:

RUC DEL CLIENTE:

DIRECCIÓN:

TELÉFONO:

ATENCIÓN:

David Naranjo

Fecha	Validez de la Oferta	Condiciones de pago
2015-10-26	15 DÍAS	CONTADO

ITEM	ARTICULO	DESCRIPCIÓN	CANT.	TIEMPO DE ENTREGA	PRECIO UNIT. (USD)	PRECIO TOTAL (USD)
1	S529-1	SODIO LAURIL SULFATO NF 1 KG	1	INMEDIATA	142,04	142,04

SUBTOTAL USD	142,04
IVA 12%	17,04
TOTAL USD	159,08

Nidelkys Marin
Ejecutiva de Ventas