



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería de Minas

DISEÑO DE UN SISTEMA DE MONITOREO PARA
DETECCIÓN DE AGUAS ÁCIDAS EN LAS
DESEMBOCADURAS DE LAS EMPRESAS MINERAS EN
CAJAMARCA, 2019

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero de Minas

Autor:

Antonio Rafael Flores Gaspar

Asesor:

Mg. Ing. Oscar Arturo Vasquez Mendoza

Cajamarca - Perú

2019

DEDICATORIA

A mis padres Consuelo A. Víctor C. y Marco F. A mis tíos Carolina, Luis, Maribel, Rafael y Víctor Y a mis hermanos y mi pareja Leisly.

GRACIAS POR TODO

Este Título es mío, gracias al esfuerzo, apoyó y cariño que ustedes me han dado porque soy consciente de que si he logrado mi formación Tanto personal como profesionales gracias a ellos a la confianza, ayuda y sobre todo las lecciones de vida que me han transmitido.

AGRADECIMIENTO

Quiero dar gracias a Dios todo poderoso, por acompañarme, cuidarme, darme fuerza, valor e iluminarme todo este tiempo.

A la UPN, gracias por haberme dado la posibilidad de sentirme orgulloso de ser profesional y conocer a las personas que me acompañaron en mis labores día a día.

A mis profesores y compañeros quienes me brindaron sus conocimientos y ayuda oportuna en el transcurso de mi vida académica en especial a mi director de carrera Ing. Alex Marinovic.

A cada uno de los profesionales que generaron valor y conocimiento para realizar la presente tesis, este agradecimiento es especial para: Eder Gómez (Laboratorista Yanacocha), Leisly León (Comunicadora Social), Christian Muñoz (Ingeniero de Informática) y Marco Moscoso (Gerente Automation Service SAC) por facilitarme la información requerida, para realizar la presente investigación.

Y también dar las gracias de una forma muy especial al Ing. Oscar Vásquez Mendoza, quien fue mi asesor.

TABAL DE CONTENIDO

| | |
|---|-----------|
| DEDICATORIA..... | 2 |
| AGRADECIMIENTO | 3 |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | 5 |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | 6 |
| CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN..... | 8 |
| CAPÍTULO II. METODOLOGÍA..... | 25 |
| CAPÍTULO III. RESULTADOS..... | 29 |
| CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES..... | 45 |
| REFERENCIAS..... | 48 |
| ANEXOS | 50 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1: Clasificación de los drenajes de mina..... | 19 |
|---|----|

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1: Diagrama del subsistema mecánico..... | 21 |
| Figura 2: Diagrama del subsistema eléctrico..... | 32 |
| Figura 3: Diagrama del sistema eléctrico generada por paneles solares..... | 33 |
| Figura 4: Diagrama del sistema químico..... | 34 |
| Figura 5: Escala de clasificación de Ph..... | 36 |
| Figura 6: Tarjeta electrónica EMBEDDED..... | 40 |
| Figura 7: Diagrama del sistema electrónico, tecnológico..... | 43 |
| Figura 8: Diagrama completo del sistema de monitoreo..... | 44 |

RESUMEN

En la presente tesis se tiene como objetivo realizar el diseño de un sistema de monitoreo para la detección de aguas ácidas por lo cual se propone hacer un estudio de la mecánica, hidráulica y tecnología de monitoreo para mejorar el seguimiento y detección de aguas ácidas en los principales desemboques de agua de las empresas mineras de Cajamarca, aquí se explora las capacidades, ventajas y herramientas las cuales son indispensables para hacer posible el proyecto de Monitoreo, y ayudar así a la toma de decisiones del control y prevención para evitar descarga de aguas ácidas hacia el medio ambiente.

Así mismo se describe el diagnóstico del tipo de aguas ácidas generadas por las empresas mineras de Cajamarca las cuales tienen un pH promedio de 4.12 el cual es de carácter ácido cual está en más de 200%, fuera de un rango entre (6 a 9) del límite máximo permisible para sistema de monitoreo y se realizó la identificación de cada uno de los componentes que conformaran el circuito y posteriormente, se elaboró el circuito del sistema de monitoreo dicho circuito ayudara en el seguimiento y detección de aguas ácidas en los desemboques las cuales son generadas por las empresas mineras de Cajamarca.

Palabras claves: hidráulica, desemboques, explora, Monitoreo, componentes.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

En Cajamarca principalmente en las empresas mineras tienen un área dedicada al monitoreo y protección del medio ambiente, dicha área se dedica a prevenir, controlar y/o mitigar los posibles impactos de sus actividades en el medio ambiente, así mismo protege la cantidad y calidad del agua y trabaja en oportunidades para mejorar la gestión del agua con el enfoque de cuenca, en cooperación de las autoridades y otros grupos de interés por lo cual dicha investigación plantea realizar un sistema de monitoreo para la detección de aguas ácidas.

La ciudad de Cajamarca tiene dos plantas de tratamiento de agua: Santa Apolonia (1940) y El Milagro (1980) que suministran agua a aproximadamente 150 000 personas. La planta de Santa Apolonia suministra el 30% del agua para la ciudad de Cajamarca, cuyas aguas se originan en el río Ronquillo (cuenca Porcón), ubicado fuera del área de influencia minera. La planta El Milagro suministra el 70% del agua para la ciudad de Cajamarca, aguas originadas en la cuenca Porcón. Dos grandes captaciones suministran agua a El Milagro, una en el río Porcón y una en el río Grande. La captación del río Grande es actualmente la única captación de agua potable para Cajamarca con instalaciones mineras en su nacimiento (Atkins et al. 2005). Al igual que toda empresa exitosa requiere que su servicio de monitoreo y seguimiento de la calidad del agua sea automatizado y mejorado; este servicio carece

de herramientas y soluciones que le permitan vigilar sus corrientes de agua donde se involucra personal, herramientas, equipos, materiales entre otros. Tienen un plan de monitoreo ambiental el cual cumple con el monitoreo convencional actual, pero le hace falta un sistema o tecnología de información que le pueda permitir tomar decisiones en línea para fortalecer el control de seguimiento y monitoreo que es la principal razón de este proyecto.

A medida que la tecnología ha avanzado, continuamente hemos actualizado y hemos mejorado nuestros métodos para tratar y manejar residuo. Hoy en día, aunque muchos individuos, organizaciones, y empresas toman medidas para prevenir o reducir la cantidad de residuo que generan, es inevitable que ciertos materiales aún deben ser desechados. Controles ambientales y prácticas de manejo sensatas nos permiten equilibrar el crecimiento industrial con necesidades ecológicas y de salud pública (EPA, 2007).

La empresa Minera Yanacocha S.R.L. desarrolla sus actividades en la provincia de Cajamarca, sobre la divisoria entre la vertiente del Pacífico y la vertiente del Amazonas, a una altitud aproximada de 4000 msnm, tiene una extensión de 100 km² y corresponde al nacimiento de varios ríos de importancia regional (Ingetec S.A. 2003).

Se estima que en América Latina y el Caribe 43% de la población rural no tiene acceso al abastecimiento de agua con una calidad apropiada para el consumo humano y para usos domésticos como la higiene personal (Mora, 2006).

Gestionar la información en las empresas es, hoy en día, una herramienta clave para poder sobrevivir en un mercado cambiante, dinámico y global. Aprender a competir con esta información es fundamental para la toma de decisiones, el crecimiento, estabilidad y la gestión que hoy en día se le da a nuestro medio ambiente dentro de esto incluidas las cabeceras de cuencas hacen un factor importante y de mucha necesidad el control y seguimiento de esta. La disciplina denominada como Tecnologías de Monitoreo nos acerca a los Sistemas de Automatización como solución para el presente problema mundial que se da en las distintas operaciones Mineras e Industria que se desarrollan cerca a cabeceras de cuenca.

Estos Sistemas de Automatización nos ayudan a minimizar procesos, asegurar la ejecución de todas las tareas de importancia en la operación y disminuir los riesgos que conducen al error o pérdidas en tiempo, personal o maquinaria (Suarez, 2004).

En la actualidad existen una serie de empresas dedicadas al desarrollo Sistemas de Automatización y Monitoreo como, por ejemplo: Siemens, Science Direct, Mega ADK, Hoogendoorn, Triveca Industrias, Tespro, Automation Service, Voltec. Estas empresas desarrollan soluciones de Automatización y Monitoreo para la industria, agrícolas, plantas, hidroeléctricas, alimentos, energética, redes hidráulicas, agua

potable, minería, hidrocarburos etc. Dichas herramientas permiten analizar y controlar los procesos propios del negocio, disminuir la intervención humana en trabajos repetitivos o peligrosos. De esta manera generan régimen competitivo en el transcurso del tiempo y la vida de los proyectos.

CÓMO APROVECHAR LA TECNOLOGÍA DE MONITOREO EN LA INDUSTRIA (Libro, Omega Engineering, México 2011)

El sector industrial no ha estado aislado de este progreso. La modernidad nos ha ofrecido herramientas y aparatos que facilitan y agilizan los procesos industriales, pero también la oportunidad de que estos dispositivos hayan sido probados una y otra vez para garantizar su confiabilidad.

No hay duda de que uno de los principales avances tecnológicos del que todos somos beneficiarios se ha dado en la transmisión de datos e información a través de la tecnología inalámbrica. En el mercado existen opciones que ofrecen rapidez y seguridad en este terreno, así como la facilidad en instalación y operatividad.

MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA (Libro, F. Colin & P. Quevauviller, Spuner 2011) El agua puede ser considerado como uno de los elementos básicos de apoyo a la vida y el entorno natural, un componente principal para la industria, un artículo de consumo para los seres humanos y animales y un vector de contaminación doméstica e industrial. Varias directivas europeas ya proporcionan un marco para el control de sustancias acuáticas, la calidad de las aguas, superficiales y agua potable y el control de efluentes.

TRATAMIENTO DE AGUAS ÁCIDAS. PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN (Tesis, Juan Baquero, Macia – Argentina, 2008)

Un agua es ácida cuando su $\text{pH} < 5.5$). A no ser por causas antrópicas, resultan muy raros de encontrar $\text{pH} > 10.5$, existiendo una tendencia natural a su neutralización (por saturación, precipitación, dilución, etc.), resultando estas anomalías las más agresivas. La solubilidad de rocas y minerales, se ve fuertemente afectada por el pH del medio, de forma que, un agua ácida suele, además de ser nociva por su pH , ir acompañada de numerosos metales en disolución, que aportan una importante toxicidad al efluente. Las aguas ácidas, se pueden formar tanto en el interior como en la superficie, por oxidación de la pirita (FeS_2 u otros sulfuros) en presencia de humedad, expuesta a las condiciones atmosféricas, pudiendo acceder al sistema hidráulico subterráneo, contaminando acuíferos, o surgir como efluentes que vierten en cursos de agua superficial.

CARBOTÉCNIA (Libro, Olivos Liza, México 2012) El pH es una de las pruebas más comunes para conocer parte de la calidad del agua. El pH indica la acidez o alcalinidad, en este caso de un líquido como es el agua, pero es en realidad una medida de la actividad del potencial de iones de hidrógeno (H^+). Las mediciones de pH se ejecutan en una escala de 0 a 14, con 7.0 considerado neutro. Las soluciones con un pH inferior a 7.0 se consideran ácidos. Las soluciones con un pH por encima de 7.0, hasta 14.0 se consideran bases o alcalinos. Todos los organismos están sujetos a la cantidad de acidez del agua y funcionan mejor dentro de un rango determinado.

Ramírez (2015)

Las notas presentadas en este libro corresponden a la experiencia adquirida por más de 25 años de trabajo en los cuales se ha incursionado en el aprovechamiento de los recursos hídricos, la evaluación de la calidad del agua y la formulación de medidas de control para preservar los ecosistemas acuáticos.

La intención no es plasmar normas ni derroteros a seguir en el amplio y complejo mundo de la calidad del agua; simplemente se quiere como propósito fundamental dotar al lector de los conceptos básicos que debe tener en cuenta para diagnosticar adecuadamente el estado de calidad del agua en un cuerpo de agua dulce superficial de acuerdo con sus características físicas, químicas y biológicas, para luego, con base en unos usos del agua acordes con las necesidades del medio, el ingeniero de calidad de agua pueda proponer las medidas de control, las normas, etc., necesarias para mantener nuestros recursos hídricos con el objeto de que las generaciones futuras disfruten de ellos.

DESARROLLO DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA PLANIFICACIÓN Y CONTROL DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO APLICADO A UNA PLANTA AGROINDUSTRIAL (Tesis, Páez Rodríguez, Lima – Perú 2011) En Pontificia Universidad Católica del Perú, el cual desarrolla una solución planteada al mantenimiento preventivo agroindustrial. La empresa agroindustrial es un tipo de empresa que maneja una gran cantidad de información

día a día. El objetivo principal es proveer una solución de información de los usuarios finales del área de mantenimiento de ayuda para determinar la estrategia de mantenimiento preventivo más adecuado, en la planta de producción agroindustrial. Para llevar adelante el desarrollo del proyecto de tesis se utilizó la metodología en una adaptación de la guía PMBOK (Project Management Body of Knowledge) del PMI. Además, como conclusiones por la experiencia del personal involucrado, tener un plan de mantenimiento y los recursos disponibles, que es justamente la solución planteada en este proyecto, se aumenta la probabilidad de que el mantenimiento preventivo se lleve a cabo, lo cual disminuye la probabilidad del mantenimiento correctivo o de emergencia.

MANUAL PARA ANÁLISIS BÁSICOS DE CALIDAD DEL AGUA DE BEBIDA (Tesis, Margarita Aurazo, Lima-Perú 2004) En este documento se abordan aspectos generales de la vigilancia de la calidad del agua a fin de introducir al lector en el tema y presentar la relación entre este y la transmisión de enfermedades hídricas. Asimismo, se brinda información sobre el alcance de la vigilancia de nivel básico y se detalla en qué casos es recomendable su aplicación.

También se considera la problemática de la calidad de agua en el medio rural, donde las enfermedades de transmisión hídrica son frecuentes. Dificultades que se presentan en la implantación de un programa de vigilancia de la calidad del agua en el medio rural. Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos considerados en un programa de vigilancia de nivel básico. Capacidad analítica de los laboratorios

requeridos para este tipo de programas. Metodologías de muestreo, preservación, transporte, embalaje y envío, referidas a los parámetros propuestos para el nivel básico de vigilancia.

Aguas Acidas

(ORDONEZ ALONSO, MA. 20099). Las aguas acidas son aquellas soluciones sulfatadas, con alto contenido de metales y con un pH menor a 7. La relación dióxido de carbono/ión bicarbonato afecta directamente el pH del agua. Cuanta más alta sea esta relación, tanta más alta será la acidez natural del agua.

El agua acida representa un problema, debido a su naturaleza corrosiva. La corrosión de las tuberías provoca un aumento en los costos de mantenimiento y agrega contaminantes al agua.

Cuando existe riesgo de generación de aguas acidas, con el fin de eliminar o, al menos, minimizar su aparición, deberían tenerse en cuenta criterios de diseño y gestión del riesgo. La prevención de la contaminación derivada de las actividades mineras se relaciona, estrechamente, con los métodos de explotación, el aporte de aguas (superficiales y subterráneas) y el tratamiento de las mismas. Con respecto a las formas de actuar, cabe distinguir aquellas acciones que se orientan hacia el objetivo de reducir la formación de contaminantes, y aquellas otras que implican el tratamiento de las aguas contaminadas.

En general, la actuación nos e ciñe a un sólo procedimiento, sino que es combinación de varios, y sea comete en función del problema específico a resolver, ya que su eficiencia puede ser muy diferente de unos casos a otros.

Los métodos preventivos se basan en la eliminación de alguno de los elementos esenciales en la generación de aguas acidas (sulfuro, oxígeno, humedad o bacterias catalizadoras). La elección entre uno u otro método depende de las condiciones (origen, desagüe, grado de actividad, etc.),

Características (físicas y químicas) y carácter (permanente y temporal) del efluente, así como espacio disponible.

Un agua es acida cuando su $\text{pH} < 7$. No obstante, ello no exige que deje de ser potable o resulte nociva hasta alcanzar niveles bastante inferiores (por ejemplo, deja de ser potable

Un agua es acida cuando su $\text{pH} < 7$. No obstante, ello no exige que deje de ser potable o resulte nociva hasta alcanzar niveles bastante inferiores (por ejemplo, deja de ser potable.

para $\text{pH} < 5.5$).

A no ser por causas antrópicas, resultan muy raros de encontrar $\text{pH} < 3.5$ ó $\text{pH} > 10.5$, existiendo una tendencia natural a su neutralización (por saturación, precipitación, dilución, etc.), resultando estas anomalías las más agresivas.

La solubilidad de rocas y minerales se ve fuertemente afectada por el pH del medio, de forma que, un agua acida suele, además de ser nociva por su pH, e ir acompañada de numerosos metales en disolución, que aportan una importante toxicidad al efluente. Las aguas acidas se pueden formar tanto en el interior como en la superficie, por oxidación de la pirita (FeS_2 u otros sulfuros) en presencia de humedad, expuesta a las condiciones atmosféricas, pudiendo acceder al sistema hidráulico subterráneo, contaminando acuíferos, o surgir como efluentes que vierten en cursos de agua superficial.

Caracterización de las aguas acidas de mina

La caracterización precisa del drenaje ácido es muy importante para efectuar la correcta selección y dimensionamiento de los dispositivos operacionales, tal como indican López Pamo, E. et al. 2002. Tratamientos pasivos de drenajes ácidos de mina: Boletín Geológico y Minero, 113 (1): 3- 216 que configuran el conjunto del tratamiento pasivo.

Una adecuada caracterización debe incluir la medida precisa y representativa del caudal, y de al menos los parámetros químicos siguientes: pH in situ, pH en laboratorio, alcalinidad total, acidez o alcalinidad neta (expresadas todas como CaCO_3); además de contenidos de Fe^{2+} , Fe total, Al, Mn, SO_4^- y conductividad (Ryman y Watzlaf, 2005). 4

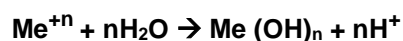
Estos autores consideran deseable analizar también el Ca, Mg, Na, Cl, K, Br y Zn, lo que permite en la mayoría de los casos efectuar un correcto balance iónico. El conjunto

de estas medidas se ha de registrar al menos durante un año hidrológico.

La "acidez" y la "alcalinidad" de un drenaje de mina son parámetros básicos en la selección del tipo de tratamiento pasivo; representan la capacidad de esas aguas para neutralizar una base o un ácido.

Que una solución presente acidez o alcalinidad está en función de que predomine en ella su acidez o su alcalinidad totales, hablándose entonces con más precisión de soluciones con acidez o alcalinidad neta. $\text{acidez/alcalinidad neta} = \text{acidez total} - \text{alcalinidad total}$.

La acidez total representa la concentración de iones hidrógeno libres (los que definen el pH), junto con los iones hidrógeno que se pueden generar por la oxidación e hidrólisis de los metales que contiene la solución, tales como Fe, Al, Mn, Zn, etc., a través de la reacción:



En la práctica, lo que se mide en el laboratorio es la acidez neta y la alcalinidad total, deduciéndose la acidez total mediante la ecuación anterior. La acidez y la alcalinidad se suelen medir como equivalentes de CaCO_3 .

La acidez medida en el laboratorio generalmente representa la acidez neta, ya que se suele efectuar la valoración con CaCO_3 después de haber añadido H_2O_2 y calentado la muestra para promover la total oxidación e hidrólisis de todos los metales.

La acidez total teórica puede ser calculada si se conoce el pH y la concentración de

cada uno de los cationes que generan acidez. La acidez total sería la suma de la acidez atribuible a los iones H^+ y la potencial de los cationes metálicos (Me^{+n}). El cálculo se hace mediante la fórmula siguiente considerando que la reacción transcurre equivalente a equivalente:

$$\text{Acidez total equivalente CaCO}_3 \text{ (mg/L)} = Me^{+n} \text{ (mg/L)} \cdot (50,045 / PaMe) \cdot n$$

Donde PaMe es el peso atómico del metal y 50,045 es un factor de conversión resultado de dividir el Pm del $CaCO_3$ por su carga. Me^{+n} , está referido al catión.

Tabla 1: Clasificación de los drenajes de mina.

| SUB CATEGORÍAS | DESCRIPCIÓN | RANGO DE ACIDEZ 0 ALCALINIDAD |
|----------------|----------------------|---|
| 1 | Muy ácido | Acidez Neta > 300 mg/L como $CaCO_3$ |
| 2 | Moderadamente ácido | $100 \leq \text{Acidez Neta} \leq 300$ mg/L como $CaCO_3$ |
| 3 | Débilmente ácido | $0 \leq \text{Acidez Neta} < 100$ mg/L como $CaCO_3$ |
| 4 | Débilmente alcalino | Alcalinidad Neta < 80 mg/L como $CaCO_3$ |
| 5 | Fuertemente alcalino | Alcalinidad Neta ≥ 80 mg/L como $CaCO_3$ |

Fuente: Hugo Aduvire, AMEC (Perú) S.A.

En el caso del pH se tiene que la concentración de iones H^+ es igual a antilog (-pH).

Hay que tener en cuenta que la acidez total así calculada no considera el efecto de los iones complejos, frecuentes a pH neutros, y que no producen acidez. ¡Al estar contabilizados los cationes de estos complejos en un análisis químico convencional se puede presentar diferencias entre la acidez total teórica y la deducida usando la ecuación anterior.

La alcalinidad total de una solución generalmente está representada por los iones hidróxido y bicarbonato, y se suele medir directamente en laboratorio.

Que un drenaje presente alcalinidad neta significa que una vez que se ha llevado a cabo la oxidación e hidrólisis de los metales que pueden generar iones hidrógeno libres aún presenta cierta capacidad para neutralizar cierto volumen de un ácido.

Formación de drenajes ácidos

En la naturaleza, los sulfuros permanecen en el subsuelo en ausencia de oxígeno y sólo una pequeña parte de estos depósitos aflora a la superficie. El drenaje se forma cuando los minerales que contienen azufre, principalmente la pirita (FeS_2), se ponen en contacto con la atmósfera, produciendo su oxidación y formando ácido sulfúrico y hierro disuelto. La reacción general que controla este proceso es: (Almagro, G., 1998)

Drenaje Ácido de Mina

El desarrollo del drenaje ácido de rocas (DAR) o drenaje ácido de minas (DAM) es un proceso dependiente del tiempo y que involucra procesos de oxidación tanto químico como biológico y fenómenos físico – químicos asociados, incluyendo la precipitación con el tiempo, las características del drenaje pueden cambiar, de ligeramente alcalino hasta casi neutro y finalmente ácido. (Aduvire, 2006)

Los drenajes ácidos de la minería metálica son una de las principales fuentes de contaminación de las aguas superficiales y subterráneas en el mundo. Debido a que este problema puede persistir durante décadas una vez finalizado el ciclo productivo, existe la necesidad de prevenir su formación y aplicar el tratamiento adecuado cuando se ha formado. Estos drenajes son dañinos en diverso grado para el hombre, la fauna y la vegetación, contienen metales disueltos y constituyentes orgánicos soluble e insolubles, que generalmente proceden de labores mineras, procesos de concentración de minerales, presas de residuos y escombreras de mina.

Una alternativa al tratamiento convencional de los drenajes ácidos tanto si las instalaciones se encuentran en operación o en abandono, lo constituyen los métodos de tratamiento pasivo, debido a su bajo costo, fácil operación y mantenimiento, y gran eficiencia en el tratamiento de aguas ácidas. Los métodos de tratamiento pasivo van desde humedales construidos, balsas orgánicas, sistemas de producción alcalina hasta barreras reactivas permeables, en donde el objetivo principal es la supresión de la acidez, la precipitación de los metales pesados y la eliminación de sustancias

contaminantes como los sólidos en suspensión, antimoniatos, arseniatos y otros.

(Aduvire, 2006)

Los tratamientos pasivos consisten en cambiar las condiciones de Eh y pH del influente de forma que se favorezca la formación de especies insolubles que precipiten como oxihidróxidos metálicos. Por lo general, en estos sistemas, se recurren al empleo de bacterias para catalizar las reacciones y acelerar los procesos que forman precipitados, así como al uso de material alcalino para neutralizar la acidez (subir el pH). En el caso de humedales (wetlands) para aumentar el contacto entre el agua de mina y el oxígeno atmosférico, se diseñan sistemas de incluyan cascadas, lechos serpenteantes y balsas de grandes superficies y poca profundidad. (Aduvire, 2006)

Para elegir el tipo de sistema pasivo se debe poner especial atención a las condiciones hidrológicas del lugar, al pH del influente, y al contenido de metales y sólidos en suspensión del drenaje. El diseño y la configuración del dispositivo de tratamiento deben asegurar una buena circulación y distribución del influente dentro del sistema, con el fin de maximizar el tiempo de contacto entre el flujo de agua y los substratos reactivos. Entre los principales parámetros a tener en cuenta en el diseño de un humedal, tenemos: el área o superficie, la geometría, la profundidad de las celdas, el tiempo de retención hidráulica y la composición del substrato. (Aduvire, 2006)

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es el diseño de sistema monitoreo para detección de aguas ácidas en desembocaduras de las empresas mineras en Cajamarca?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Realizar el diseño de un sistema de monitoreo para detección de aguas ácidas en las desembocaduras de empresas mineras de la ciudad de Cajamarca.

1.3.2. Objetivos específicos

- ✓ Realizar diagnóstico de los tipos de aguas ácidas que se generan en la empresa minera de Cajamarca.
- ✓ Realizar la selección y descripción adecuada de equipos e instrumentos utilizados para realizar el sistema de monitoreo.
- ✓ Realizar el sistema de monitoreo

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

Mediante el diseño de un sistema de monitoreo lograremos realizar el seguimiento y control de aguas acidas producidas por las empresas mineras en Cajamarca

1.4.2. Hipótesis específicas

- ✓ El diagnóstico inicial nos ayudara a determinar de los tipos de aguas ácidas que se generan en la empresa minera de Cajamarca.
- ✓ La selección adecuada de equipos e instrumentos ayudara a realizar el sistema de monitoreo adecuadamente.
- ✓ El diseño del sistema de monitoreo influye en la detección de aguas acidas.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

Según Castro (2016). La investigación es de tipo **aplicada** porque se busca adquirir nuevos conocimientos y mediante el diseño de un sistema de monitoreo para la detección de aguas acida.

Fernández & Baptista, L. (2003). La investigación **descriptiva** busca especificar las propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier fenómeno que sea sometido a análisis.

El diseño **no experimental** es la investigación que se realiza sin manipular variables y en los que solo se observan los fenómenos en su ambiente natural para después analizarlos. Para Sampieri (2003). El diseño transversal, es donde se recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único, su propósito es describir variables e incidencia de interrelación en un momento dado.

2.2.Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

2.2.1.Población

La población de la presente investigación esta conformará por todos los desemboques de agua acida de la empresa minera.

2.2.2. Muestra

La muestra del presente proyecto de investigación de tesis estará conformada por el desemboque de agua del reservorio San José.

2.3. Materiales, instrumentos, métodos y procedimientos

Técnicas de recolección de datos

- **Fuentes primarias** (Observación directa)

Para la toma de datos de la empresa minera solicito información a la gerencia y parte administrativa para canalizar a información sobre su actual estado de las desembocaduras de agua y la generación de aguas acidas como parte de una observación directa (fichas de observación. Anexo 1).

- **Fuentes secundarias** (Observación indirecta)

Concerniente a las fuentes que han sido obtenidas de diferentes páginas webs virtuales que proporcionan información de manera gratuita referente al presente tema de investigación.

Instrumentos

Fichas de observación

Excel

Word

Técnicas de análisis de datos

Para el procesamiento de los datos recopilados se hará uso de herramientas técnicas, principalmente Microsoft Excel, Word herramientas básicas.

Procedimiento

Primera etapa: Pre - campo

Búsqueda de información o revisión literaria científica: básicamente se ha tomado bases de información como: Scielo, Redalyc, Science, Dialnet, Google académico y Alicia.net; de los cuales se han podido extraer artículos científicos, revistas científicas, tesis, papers, informes y conferencias que en cuyo tenor expresan información sumamente importante para poder plasmar y clarificar el objetivo que se viene percibiendo en este presente estudio.

Segunda etapa: Trabajo de Campo

La información será mediante una visita a las diferentes empresas mineras de Cajamarca para lograr determinar cuántos desemboques de agua existentes y que tipo de aguas acidas generan cada una de las mineras a la vez de determinar el método de explotación, personal existente, calidad de mineral, área de influencia, equipos, herramientas, maquinarias.

Tercera etapa: Trabajo de Gabinete

Una vez revisada la información documentaria y con los datos obtenidos a nivel de empresas mineras y de entidades nacionales e internacionales que se dedican a la minería se procederá a procesar los datos luego se procederá a determinar los parámetros y/o factores que influyen directamente en la determinación de los tipos de aguas acidas para el procesamiento, análisis e interpretación serán herramientas técnicas (como Excel) los cuales facilitan las representaciones gráficas de datos como histogramas, gráficos circulares, esquemas y gráficos estadísticos.

Cuarta etapa: Elaboración de informe

Se seguirá el formato de la Universidad Privada del Norte facilitado por el asesor.

El procedimiento se resume de la forma siguiente:

1. Revisión de la literatura científica
2. Revisión documentaria
3. Adjuntar datos obtenidos
4. Procesamiento de datos
5. Análisis e interpretación de los resultados
6. Elaboración de la tesis final.
7. Sustentación de la tesis

CAPÍTULO III. RESULTADOS

La OEFA confirmó que las empresas mineras de Cajamarca generan aguas contaminadas o aguas ácidas en sus principales desembocaduras en algunos casos donde provee las aguas para el consumo de la ciudad de Cajamarca.

La OEFA dio a conocer un Informe remitido el día 18 de diciembre de 2017, documento que había permanecido oculto y no fue de conocimiento público. El informe demuestra que, hay drenaje de aguas ácidas que **exceden en 200% los límites máximos permisibles**, el cual discurre sobre los suelos hasta llegar a las quebrada de las diferentes comunidades, cuya agua es captada en algunos casos para el consumo humano.

El informe menciona la existencia de filtraciones las cuales son descargadas al suelo natural con un pH de 4.12 el cual es de carácter ácido cual está en más de 200%, fuera de un rango entre (6 a 9) del límite máximo permisible LMP, aprobado por el decreto supremo N 10 – 2010 - MINAM.

CARACTERÍSTICAS PRESENTAN LAS AGUAS ÁCIDAS

Las aguas ácidas presentan:

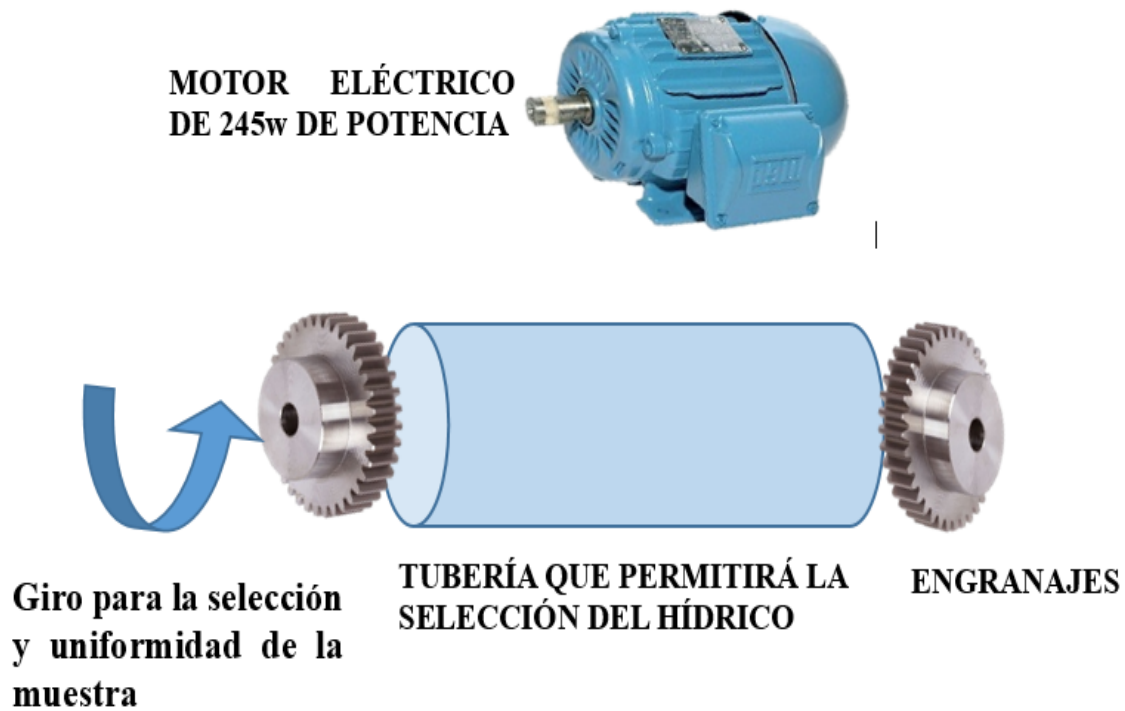
- Valores de pH por debajo de 7 hasta 1.5
- Alcalinidad decreciente y acidez creciente
- Concentraciones elevadas de sulfato
- Concentraciones elevadas de metales (disueltos o totales)
- Concentraciones elevadas de sólidos disueltos totales.

Realizar la selección adecuada de equipos e instrumentos para el proyecto

Para desarrollar este sistema se necesitará conocimiento y desarrollo mecánico, electrónico, químico, eléctrico y un aporte hidráulico para conocer el comportamiento de los fluidos ante los movimientos de corrientes y/o subidas y bajas de caudal.

MECÁNICA: Se logró definir un sistema que capte el agua de forma uniforme en una cuenca o desemboque de agua, esta estructura tendrá que asegurad el recojo uniforme y programado apoyado por un motor con la suficiente capacidad de soportar dicha estructura a continuación se presenta el diagrama

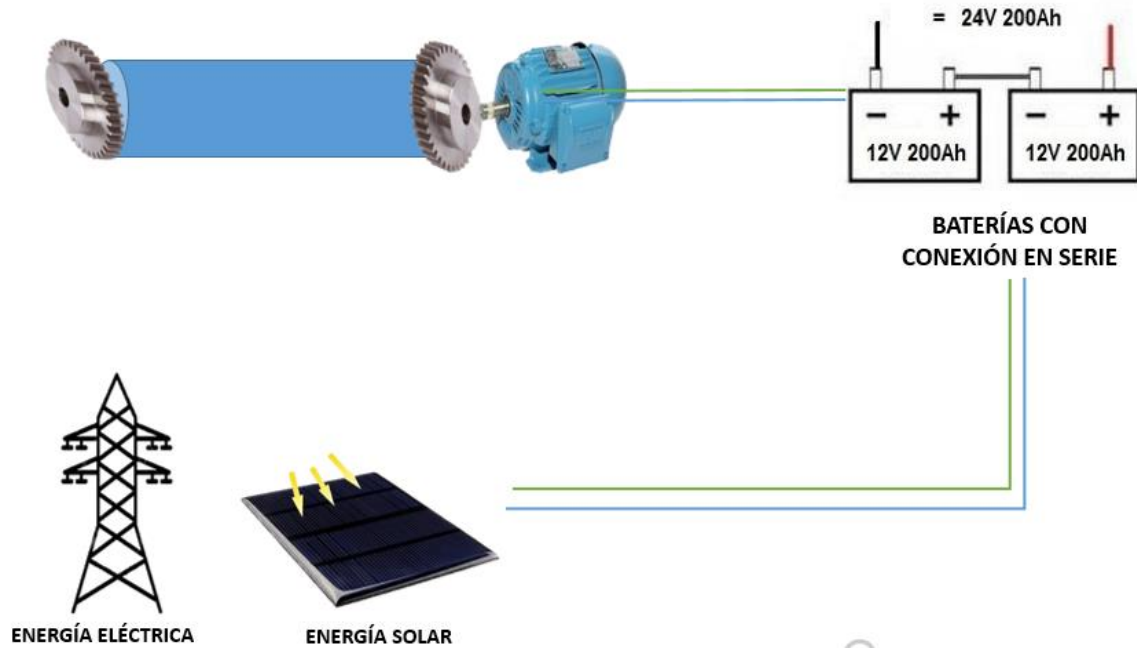
Figura 1: Diagrama del subsistema mecánico



ELÉCTRICA: Debido a que las estaciones estarán de forma remota, las misma podrán ser alimentadas por corriente alterna o continúa dependiendo la cercanía de puntos eléctricos para poder alimentar las baterías y este a su vez al motor y tarjetas electrónicas.

También se puede considerar una fuente de energía solar a continuación se presenta el diagrama.

Figura 2: Diagrama del sub sistema eléctrico



PANEL SOLAR: Características del panel solar tipo de energía que se necesita para que el sistema funcione correctamente.

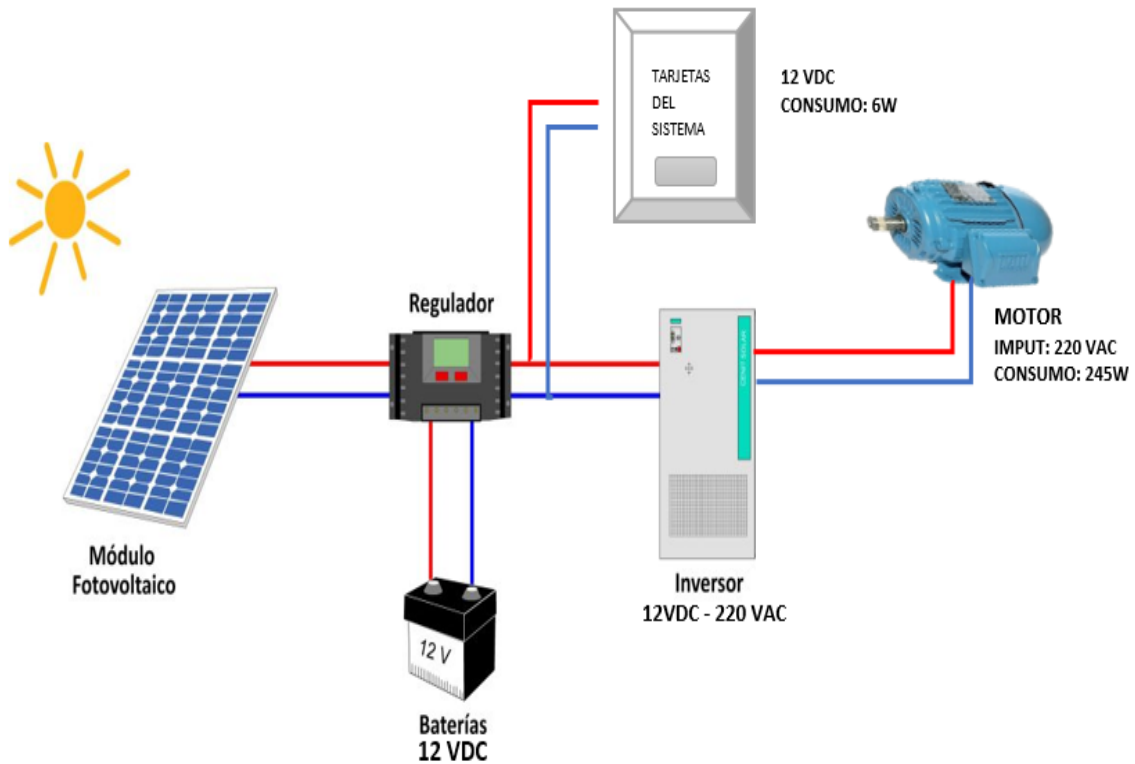
PANEL SOLAR

MARCA: LG

MODELO: LG340N1C-V5

CAPACIDAD: 340 W

Figura 3: Diagrama del sistema eléctrico generada por paneles solares



características de la electro bomba a utilizar, dimensiones de la tubería por donde circula el caudal del agua para poder medir el Ph.

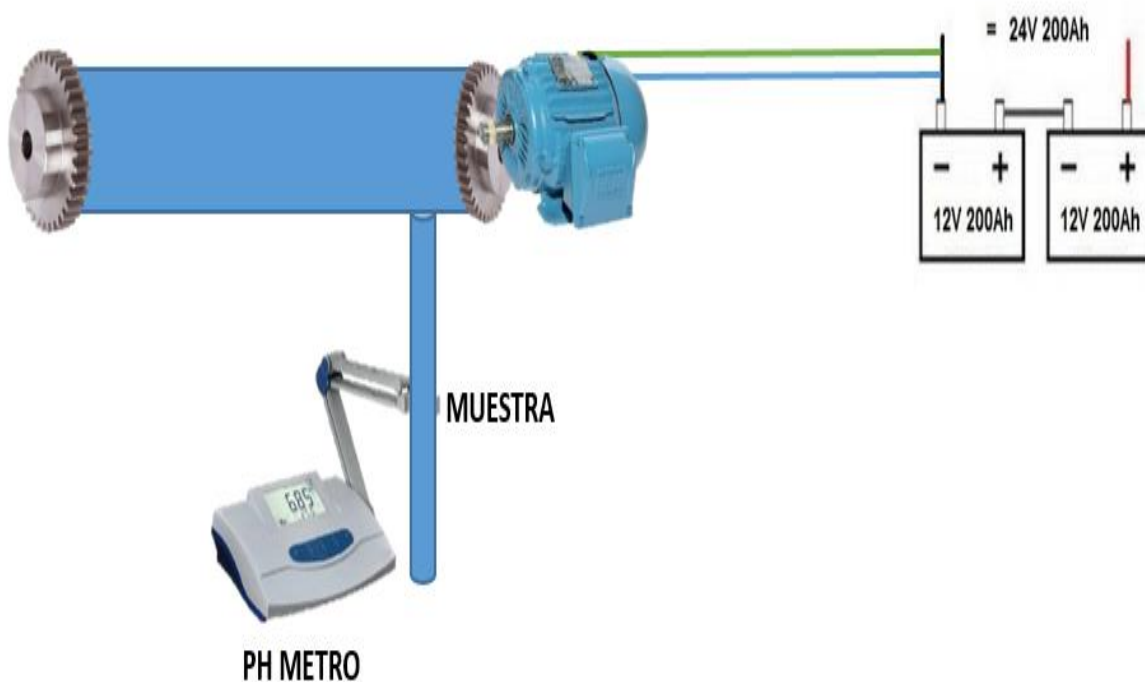
La electrobomba será alimentando con 220 vac para que llegue a una potencia de 245w.

QUÍMICA:

Con el uso de un PH Metro adaptado tendremos la lectura de los niveles de acides de agua este estará enviando a su vez las lecturas sincronizadas a la tarjeta Embedded para poder ser procesadas.

A continuación, se presenta un diagrama del sub sistema para la parte química donde se analizar las lecturas de acides:

Figura 4: Diagrama del sistema (química)



pH metro PCE-228LIQ-ICA

Para valor de pH, Redox y temperatura / Gran pantalla y de fácil lectura / Tarjeta de memoria SD (1 a 16 GB), los datos se almacenan en un archivo Excel / Interfaz RS-232 y software opcional para transferencia al PC en tiempo real / Electrodo PCE-PH-LIQ ideal para vinos, cerveza, sangre y productos lácteos.

debe ser la configuración final del circuito, cuantas lecturas diarias o por minuto se debería de tomar

Esto será configurable, dependiendo del caudal y la zona que se quiere analizar. La configuración de las lecturas se las puede programar en la tarjeta Embedded

Rango de medidas 1-7 Ph se puede medir con el circuito planteado

Será configurado con el rango mínimo de 6 a 8 de pH si pasa este rango se lanzarán las alertas. Debido a la siguiente teoría:

En general, un agua con un $\text{pH} < 7$ se considera ácido y con un $\text{pH} > 7$ se considera básica o alcalina. El rango normal de pH en agua superficial es de 6,5 a 8,5 y para las aguas subterráneas 6 – 8.5. La alcalinidad es una medida de la capacidad del agua para resistir un cambio de pH que tendría que hacerse más ácida. Es necesaria la medición de la alcalinidad y el pH para determinar la corrosividad del agua.

La escala de pH es logarítmica, por lo que cada cambio de la unidad del pH en realidad representa un cambio de diez veces en la acidez. En otras palabras, pH 6.0 es diez veces más ácido que el pH 7.0; pH 5 es cien veces más ácido que el pH 7.0.

Figura 5: Escala de clasificación de Ph



ELECTRÓNICO / TECNOLÓGICO: Para esto nos apoyaremos de una tarjeta electrónica llamada EMBEDDED que nos permitirá consumir información procesarla y enviarla vía GPRS hacia la estación final.

Tarjeta electrónica EMBEDDED:

La tarjeta electrónica Zeus Embedded es un módulo compacto que permite la administración del hardware de estación, el cual realiza abastecimientos en modo automático y manual (llavero de baipás). Las transacciones encriptadas se guardan en una memoria no volátil que permite el almacenamiento de hasta 40000 transacciones antes de requerirse el borrado de las mismas, los campos almacenados por cada transacción dentro de la memoria no volátil son:

Numero de transacción: El cual nos indica la cantidad de transacciones que se van registrando y almacenando en la memoria no volátil.

ID de la bomba: Este campo es necesario debido a que en una estación se puede utilizar una o más bombas según la extensión de muestras que van a ser tomadas o según el entorno lo requiera.

ID de muestra: Inicialmente el proyecto se dedicará a identificar aguas ácidas, pero este campo es necesario para posteriormente identificar el tipo de muestra tomada.

Fecha de inicio de la transacción: Esto nos devuelve la fecha en la que inicia la toma y el proceso de la muestra.

Hora de inicio de la transacción: Esto nos devuelve la hora en la que inicia la toma y el proceso de la muestra.

Fecha de finalización de la transacción: Esto nos devuelve la fecha en la que termina la toma y el proceso de la muestra.

Hora de finalización de la transacción: Esto nos devuelve la hora en la que termina la toma y el proceso de la muestra.

ID del usuario (UID): Esto reconocerá el usuario que realiza un mantenimiento o ingreso al sistema de monitoreo.

Horómetro: Esto nos dará el tiempo de trabajo de cada bomba, para realizar su mantenimiento preventivo programado.

Horas transcurridas: Esto nos dará el tiempo de duración de cada muestra.

ID del operador (llavero): Esto nos dará la identificación del operador que da el mantenimiento a las bombas o la parte mecánica del sistema.

ID de compartimiento: Esto nos indicará el bloque de la muestra tomada para identificar el punto de muestreo exacto.

Longitud y Latitud (coordenadas geográficas): Este campo es una particularidad de la tarjeta Zeus Embedded que nos permite brindar la ubicación exacta de la zona de la muestra.

Temperatura (Requiere la instalación del Sistema de Medición de Temperatura ASSAC): Este sensor es opcional es un sensor adicional que se puede acoplar al sistema por si se requiera realizar una medición de temperatura para algún indicador particular.

Los datos de las transacciones pueden ser ampliados una vez que son transmitidos a la PC mediante Software de Descarga de Transacciones, este se encargara de realizar las consultas necesarias a la base de datos del sistema y completar la transacción con otros datos tales como:

ID Estación: Que refiere a la estación general de donde provienen las muestras.

Nombre del operador: Esto es necesario para evidenciar las inspecciones realizadas por los operadores hacia las estaciones de monitoreo.

Nombre del operador: Serán los datos personales del operador para su identificación.

Otros datos a solicitud del cliente.

La descarga de transacciones hacia la PC anfitrión se puede realizar mediante las siguientes formas de comunicación:

Comunicación cableada, a través de los puertos RS232 o USB integrados en el módulo, además se puede emplear un convertidor RS232 a LAN para una comunicación a través de una red Ethernet.

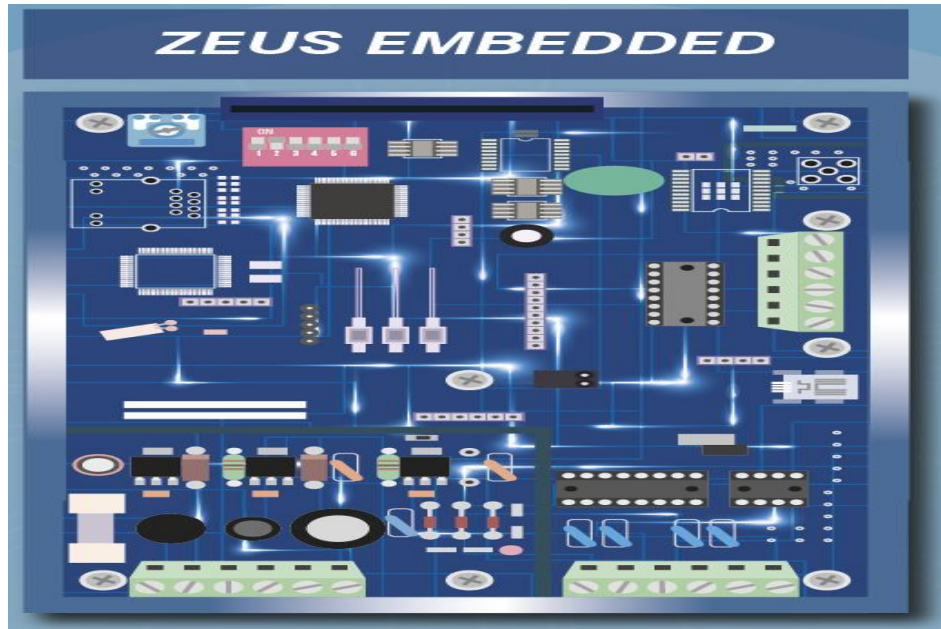
Comunicación inalámbrica, utilizando un convertidor RS232 a WiFi.

NOTAS:

En ambos casos la tasa de transferencia de información es de aproximadamente 20000 transacciones por minuto.

En el caso de la comunicación mediante radio frecuencia la distancia máxima recomendada entre el Módulo Zeus Embedded y la PC anfitrión no deberá superar los 60 m.

Figura 6: Tarjeta electrónica EMBEDDED



Estación de Muestras:

Esta será llamada a una solución innovadora para el control y seguimiento de aguas ácidas, donde no se necesite de una PC, hoy utilizamos un controlador el cual contiene todos los protocolos de comunicación para administrar y gestionar todas las transacciones que se realizan en una lectura de estación.

Estas estaciones estarán instaladas remotamente donde se requieran las lecturas de ácidos.

Estación de monitoreo:

Esta será una estación central donde se administrará toda la información.

Dentro de los parámetros a analizar tendremos:

- niveles de acides.
- alertas de sobrecarga de aguas ácidas.
- comportamiento histórico.

Para la base de datos: Se trabajará con el motor de base de datos Microsoft SQL Server que tiene las siguientes características.

- Dentro de sus características fundamentales se encuentran:
- Soporte de transacciones de gran tamaño dependiendo el espacio y capacidad del disco que quiera utilizar en su cluster de datos.
- Cuenta con Escalabilidad, estabilidad y seguridad.
- Soporta procedimientos almacenados.
- Incluye también un potente entorno gráfico de administración, que permite el uso de comandos DDL y DML gráficamente.
- Permite trabajar en modo cliente-servidor, donde la información y datos se alojan en el servidor y los terminales o clientes de la red sólo acceden a la información.
- Además, permite administrar información de otros servidores de datos.

Para la PC: Se tendrá una base de monitoreo, en la estación solo habrá tarjeta no abra PC.

Para la PC de la base de monitoreo donde se encontrará alojada la Base de datos Servidor quien estará recepcionando las transacciones de la base de datos de bajo nivel de la tarjeta Embedded.

Esta PC deberá tener los siguientes requisitos mínimos.

Tipo: Computadora Business Hp 6305 AMD (Core i5) Completa

- Procesador: AMD A6 5400B / 3.6 GHz, Turbo 3.8 GHz
- Memoria Ram: 4gb RAM DDR3 SDRAM....Expandible hasta 32GB
- Disco duro: 1 TB Sata Interface Type SATA 6Gb
- Video: Video Dedicado + Integrado: 2GB con 4GB de Ram, 4GB con 8GB de Ram
- Procesador de video: Graphics Processor AMD Radeon HD 7480D
- Puertos: Puertos Usb 3.0, 4 Slots Memory, Pci Express y pci, Red, Sonido, Audio, Ps2.
- DVD SuperMulti: Video Interfaces DisplayPort, VGA
- Monitor: Led Hp 25"

A continuación, se presenta un diagrama del sub sistema para la parte tecnológica:

Realizar el sistema de monitoreo

Figura 7: Diagrama del sistema electrónico, tecnológico

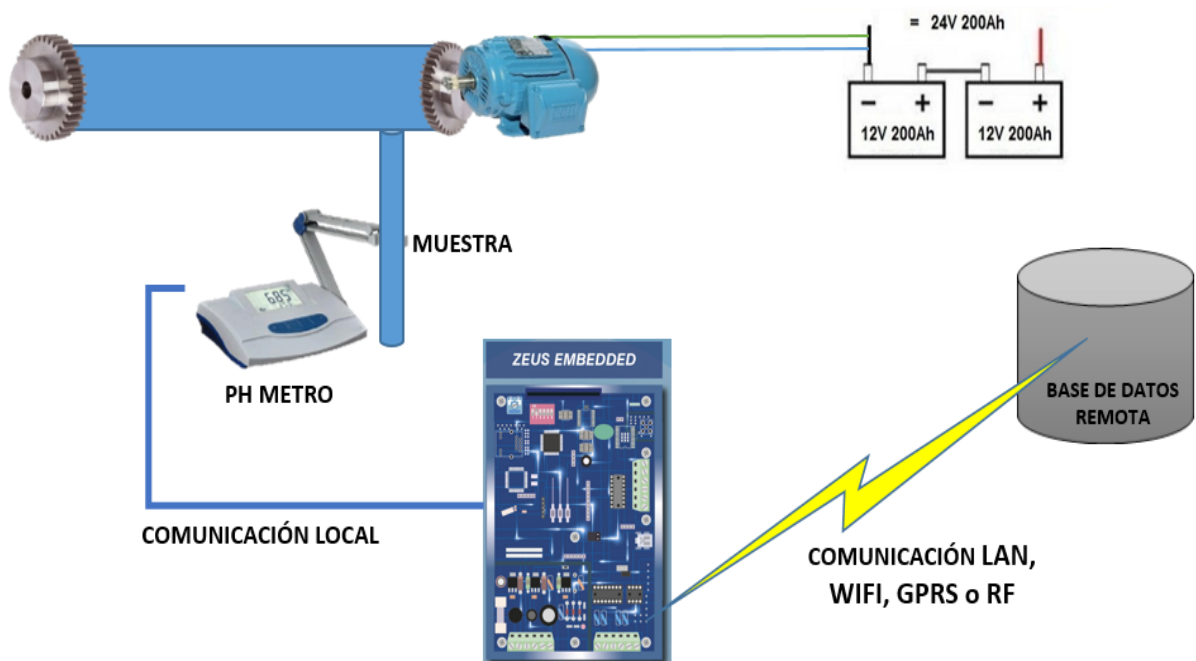
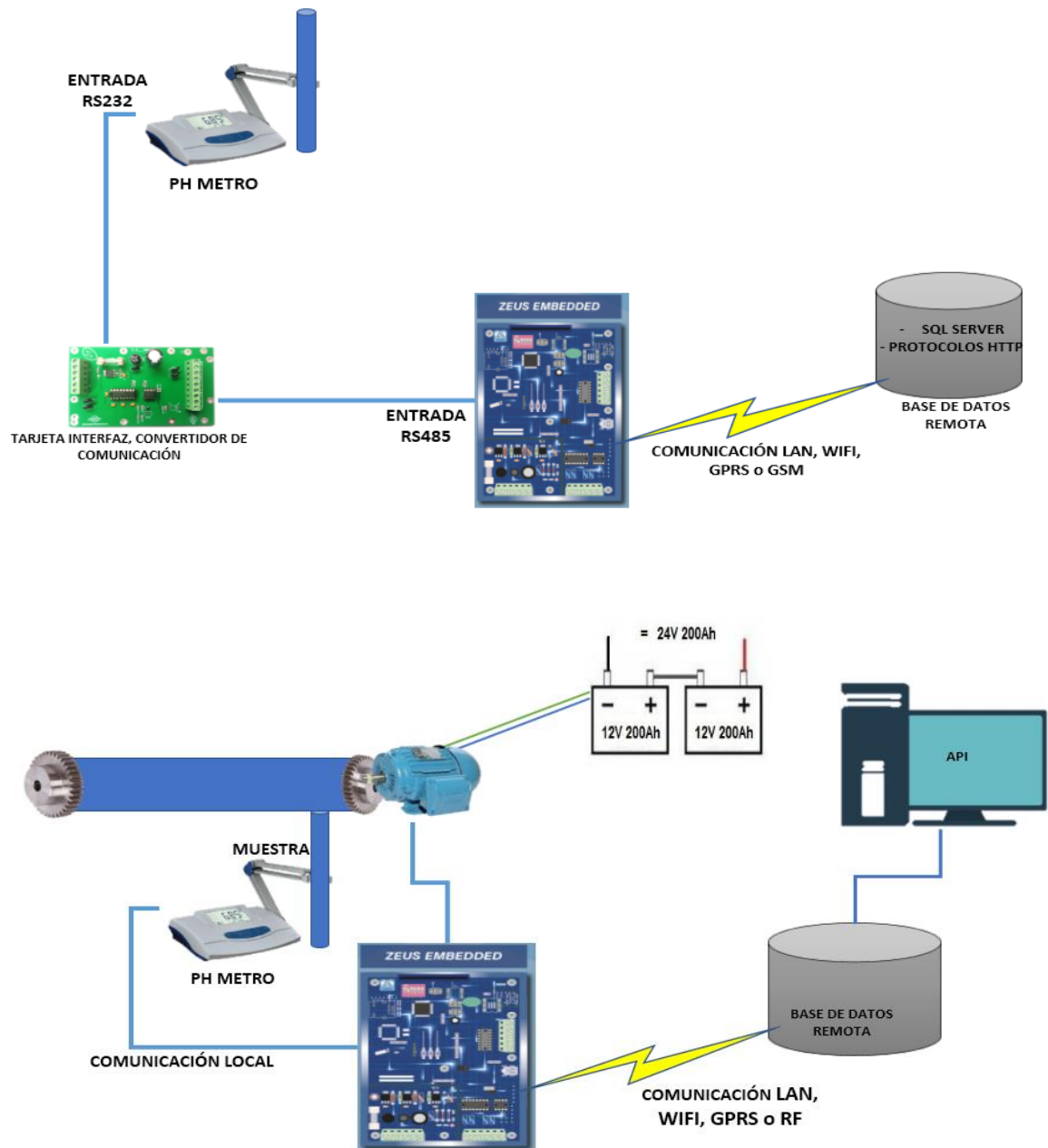


Figura 8: Diagrama completo del sistema de monitoreo



CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

Se dimensionaron y seleccionaron los diferentes instrumentos y equipos necesarios para el sistema de monitoreo, todos ellos cumpliendo los estándares aplicables para este tipo de proceso.

Se diseñaron las estrategias y lazos de control para las diferentes variables del proceso, así como se determinaron las entradas y salidas necesarias para los sistemas de control.

Se realizó la confección de los diagramas de instrumentación y posterior diseño del sistema de monitoreo y control de aguas acidas generadas por la empresa minera de Cajamarca para lograr la automatización del proceso.

4.2 Conclusiones

Se realizó el diagnóstico de los tipos de aguas acidas las cuales son generadas por una empresa minera de Cajamarca las cuales indican un pH de 4.12 el cual es de carácter ácido cual está en más de 200%, fuera de un rango entre (6 a 9) del límite máximo permisible

Se realizó la selección adecuada de los diferentes equipos e instrumentos mecánicos, eléctricos, químicos, electrónico y tecnológico para la ejecución del proyecto de sistema de monitoreo y control de aguas acidas en una empresa minera de Cajamarca

Se diseñó el Sistema de monitoreo y Control de aguas acidas de la Empresa minera de Cajamarca - Perú el cuál finalmente detectara los diferentes valores de pH, lo cual garantiza su correcto funcionamiento.

3. Recomendaciones

Se necesita realizar una evaluación de los diferentes equipos e instrumentos que componen el sistema monitoreo para poder programar las hojas de ruta de mantenimiento o reparaciones de los mismos.

Se debería implementar una red de comunicación con los demás equipos de la planta de la empresa minera.

REFERENCIAS

- Ángulo Usategui, José. *“Control de Procesos Industriales por Computador”*. Editorial Paraninfo, España. 2002.
- BURKE, A. y GIBBINS, A. *Las Rondas Campesinas Defienden La Vida. Un Informe Sobre los Impactos Medioambientales, Sociales y Culturales de Minera Yanacocha S.R.L. Project Underground*. BERKELEY, diciembre de 1999
- Antonio Creuss. *“Instrumentación Industrial”*. Editorial Mc Graw-Hill.
- Bocanegra, C. 1998. *Contaminación del litoral marino*. Edit. Escuela de Post – Grado de la UNT.
- Carlos Smith, Armando Corripio. *“Control Automático de Procesos”*. Editorial Mc Graw-Hill, 2010.
- Carlos Smith, Armando Corripio. *“Control Automático de Procesos”*. Editorial Mc Graw-Hill, 1990.
- Global Chem, 2003. *Boletín técnico Fundamentos de tratamiento químico de aguas residuales*. Hojas MDCS glchem@andinanet. Quito Ecuador.
- Juárez H. 2012. *Contaminación del río Rímac por metales pesados y efecto en la agricultura en el Cono Este de Lima Metropolitana. Informe de investigación. Programa Internacional de Becas de Investigación en Agricultura Urbana – AGROPOLIS del programa Urban Poverty & Environment Program (UPE) del Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo*

(IDRC-Canada) y la Iniciativa Global de Cosecha Urbana (Global initiative on Urban Harvest). LIMA-PERU. 87 pág.

Ministerio de Energía y Minas del Perú. Opinión del Perú Sobre el Informe Final de la Revisión de las Industrias Extractivas (RIE) al Banco Mundial. Lima, 2004.

MWH PERU S.A. 2006. *Estudio de impacto ambiental proyecto Yanacocha suplementario. Resumen Ejecutivo San Isidro Lima, Perú.* 53 pág.

Romero AA; Flores SL., Pacheco WW. 2010. *Estudio de la calidad de agua de la cuenca del río Santa. En Revista del Instituto de Investigaciones FIGMMG Vol. 13, N.º 25, 61-69 (2010) UNMSM ISSN: 1561-0888 (impreso) / 1628-8097 (electrónico).*

Vásquez, W. 2010. *Influencia de la relación Arcilla / chamote en la dosificación de filtros cerámicos porosos sobre la adsorción de metales pesados en aguas contaminadas con efluentes mineros.* Edit. Escuela de Post – Grado de la UNT

Vega, J. 2012. *Nivel de contaminación por metales pesados (Pb, Cu, Hg, As y Fe) en el río el Toro, Distrito de Huamachuco de la provincia de Sánchez Carrión, Durante el año 2009 - 2010.* Edit. Escuela de Post – Grado de la UNT.

ANEXOS

ANEXO 1: Ficha de observación

| FICHA DE OBSERVACIÓN | | | | | |
|---|-------|------------------------------|----------|-------------------------------|--------------------------------|
| N° Ficha: | | | | | |
| Observador: | | FLORES GASPAR ANTONIO RAFAEL | | | |
| Nombre de la institución visitada: | | MINERA | | | |
| Ubicación de la Institución: | | Operaciones | | | |
| Periodo de la observación: | | | | | |
| Nombre del observado: | | | | | |
| NOMBRE DEL INDICADOR | | | | | |
| Ítem | Fecha | Hora inicio | Hora fin | Tiempo del proceso en minutos | Tiempo del proceso en segundos |
| 1 | | | | | |
| 2 | | | | | |
| 3 | | | | | |
| 4 | | | | | |
| 5 | | | | | |
| 6 | | | | | |
| 7 | | | | | |
| 8 | | | | | |
| 9 | | | | | |
| 10 | | | | | |
| 11 | | | | | |
| 12 | | | | | |
| 13 | | | | | |
| TIEMPO PROMEDIO QUE DEMORA EL PROCESO = | | | | ? min | |

ANEXO 2: Ficha técnica PH Metro PCE-228LIQ-ICA



PCE Instruments Chile SA
RUT 76.423.459-6
Calle Santos Dumont N° 738, Local 4
Comuna de Recoleta – Santiago de Chile
Chile
Telf. +56 2 24053238
Fax: +56 2 2873 3777
info@pce-instruments.cl
www.pce-instruments.com/chile

PCE Ibérica S.L.
C/ Mayor, 53 – Bajo
02500 – Tobarra
Albacete
España
Tel. nacional: 902 044 604
Fax: +34 967 543 548
info@pce-iberica.es
www.pce-instruments.com/espanol

www.pce-instruments.com

pH metro PCE-228LIQ-ICA

Para valor de pH, Redox y temperatura / Gran pantalla y de fácil lectura / Tarjeta de memoria SD (1 ... 16 GB), los datos se almacenan en un archivo Excel / Interfaz RS-232 y software opcional para transferencia al PC en tiempo real / Electrodo PCE-PH-LIQ ideal para vinos, cerveza, sangre y productos lácteos

El pH metro PCE-228LIQ-ICA es un dispositivo de mano de fácil manejo para la medición de valores de pH / mV / °C. Este pH metro puede almacenar directamente los valores en la tarjeta SD (formato Excel) o transferir los datos del pH metro al PC a través de la interfaz RS-232. Para ello puede adquirir el software y el cable de datos RS-232 del pH metro de manera opcional. Puede compensar la temperatura de forma manual o automática usando para ello el sensor de temperatura incluido en el envío. Todo ello le permite medir el pH de forma rápida y fiable. Puede calibrar el pH metro en tres puntos de forma automática. El dispositivo mide el valor de pH, la temperatura o el potencial REDOX (ORP). Para medir el potencial REDOX (ORP) deberá adquirir adicionalmente un electrodo REDOX. Le recomendamos el electrodo ORP-14. El pH metro se alimenta con pilas (incluye 6 pilas de 1,5 V).



- Incluye electrodo ideal para vinos, cerveza, sangre y productos lácteos

- Muy buena relación calidad - precio
- Tarjeta de memoria SD (1 ... 16 GB)
- Los datos se guardan en formato Excel en la tarjeta SD (no requiere software adicional para analizarlos)
- Interfaz RS-232 para la transmisión de datos en tiempo real
- Mide pH, Redox y temperatura

- Alta precisión
- Gran pantalla LCD
- Carcasa robusta
- Incluye sensor de temperatura
- Calibración automática
- Compensación de temperatura automática o manual
- Conexión BNC
- Adecuado para realizar mediciones en laboratorio e in situ
- Electrodo REDOX adicional
- Ajuste de la cuota de medición
- Manejos sencillo
- Incl. certificado de calibración ISO

Especificaciones técnicas

| | |
|-----------------------------|--|
| Rango de pH | 0,00 ... 14,00 pH |
| Resolución | 0,01 pH |
| Precisión | $\pm(0,02 \text{ pH} + 2 \text{ dígitos})$ |
| Rango de Redox | -1999 ... 0 ... 1999 <u>mV</u> (sólo con electrodo Redox opcional) |
| Resolución | 1 <u>mV</u> |
| Precisión | $\pm(0,5 \% + 2 \text{ dígitos})$ |
| Rango de temperatura | 0,0...65,0 °C (sólo sensor de temperatura) |
| Resolución | 0,1 °C |
| Precisión (a +20 °C) | $\pm 0,5 \text{ °C}$ |
| Calibración | Calibración automática de 3 puntos |

| | |
|-----------------------------|--|
| Compensación de temperatura | Automática de 0 ... +65 °C o manual entre 0 ... +100 °C retirando el sensor de temperatura |
| Electrodo | Electrodo de pH PCE-PH-LIQ para vinos, <u>erveza</u>, sangre y productos lácteos / Conector BNC |
| Rango de temperatura | 0 ... +60 °C |
| Cuota de medición | Ajustable, entre 1 segundo y 8 horas, 59 minutos, 59 segundos |
| Pantalla | LCD de 52 x 38 mm |
| Memoria | Tarjeta SD de 1 a 16 GB |
| Interfaz | RS-232 |
| Software | Opcional |
| Alimentación | 6 pilas de 1,5 V, tipo AA / Adaptador de red 9 V (opcional) |
| Condiciones ambientales | 0 ... +50 °C, máx. 85 % <u>H.r.</u> |
| Dimensiones | 177 x 68 x 45 mm |
| Peso | 490 g |

Contenido del envío

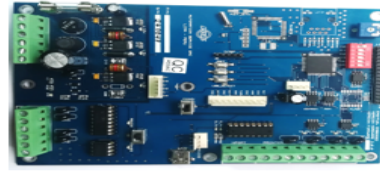
- 1 x pH metro PCE-228LIQ-ICA
- 1 x Electrodo de pH PCE-PH-LIQ para vinos, cerveza, sangre y productos lácteos
- 1 x Tarjeta de memoria SD
- 1 x Sensor de temperatura
- 6 x Pilas
- 1 x Certificado de calibración ISO
- 1 x Manual de instrucciones

ANEXO 3: Ficha técnica Zeus Embedded



Zeus Embedded

Part Number: 10026001



Hoja Técnica

Descripción

El Zeus Embedded es un módulo compacto que permite la administración del hardware de estación, el cual realiza abastecimientos en modo automático y manual (llavero de bypass). Las transacciones encriptadas se guardan en una memoria no volátil que permite el almacenamiento de hasta 40000 transacciones antes de requerirse el borrado de las mismas, los campos almacenados por cada transacción dentro de la memoria no volátil son:

- Numero de transacción.
- ID de la bomba
- ID del producto
- Fecha de inicio de la transacción
- Hora de inicio de la transacción
- ID del vehículo (VID)
- Kilometraje
- Horas trabajadas.
- ID del anillo
- ID del conductor (llavero)
- ID del grifero (llavero)
- ID de compartimento
- Longitud y Latitud (coordenadas geográficas).
- Cantidad abastecida.
- Temperatura (Requiere la instalación del Sistema de Medición de Temperatura ASSAC).
- Fecha de fin de la transacción.

Los datos de las transacciones pueden ser ampliados una vez que son transmitidos a la PC mediante Software de Descarga de Transacciones, este se encargara de realizar las consultas necesarias a la base de datos del sistema y completar la transacción con otros datos tales como:

- Placa del vehículo.
- Nombre del conductor.
- Nombre del grifero.
- Y otros datos a solicitud del cliente.

La descarga de transacciones hacia la PC anfitrión se puede realizar mediante las siguientes formas de comunicación:

- Comunicación cableada, a través de los puertos RS232 o USB integrados en el módulo, además se puede emplear un convertidor RS232 a LAN para una comunicación a través de una red Ethernet .
- Comunicación inalámbrica, utilizando un convertidor RS232 a WiFi.

NOTAS:

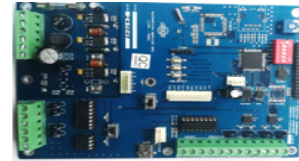
- En ambos casos la tasa de transferencia de información es de aproximadamente 200 transacciones por minuto.
- En el caso de la comunicación mediante radio frecuencia la distancia máxima recomendada entre el Modulo Zeus Embedded y la PC anfitrión no deberá superar los 60 m.

AUTOMATION SERVICE S.A.C.
Calle Copérnico N° 217 – Urb. Pershing – San Miguel
Telf.: (51-1) 711-0410 / 711-0411
www.assac.com.pe



Zeus Embedded

Part Number: 10026001



Hoja Técnica

Características

- Operación independiente de PC (excepto en la carga y descarga de información).
- Control de hasta 16 productos.
- Puerto de comunicación RS485 integrado para la comunicación con el hardware de estación.
- Receptor GPS (opcional) para registrar la ubicación geográfica de la transacción (precisión: 5m).
- Comunicación con PC mediante:
 - Puerto USB
 - Puerto RS232
 - Puerto RS485
 - Ethernet mediante convertidores LAN-RS232 o WiFi- RS232
- Capacidad de almacenamiento de hasta 40000 transacciones antes de requerir limpieza de la memoria.
- Flexibilidad en su lógica de funcionamiento permitiendo los siguientes escenarios:
 - Vehículo identificado por VID
 - Vehículo identificado por tanque (Anillo Pasivo).
 - Vehículo identificado por llavero.
 - Vehículo identificado por VID y tanque.
 - Vehículo + llavero de conductor.
- Restricción de usuarios (lista negra).
- Utilización de llavero de bypass (grifero).

Especificaciones Técnicas

- Voltaje de alimentación:
 - Entrada: 12 VDC
 - Consumo: 250 mA
- Interface de Comunicación con el Hardware de Estación:
 - Tipo RS232 / RS485 (Full- Dúplex).
 - Velocidad: 9600 Vaud
- Interface de Comunicación para Configuración y Descarga de información
 - RS232 / Velocidad: 9600 baud (Full- Dúplex).
 - USB 2.0
- Hardware Compatible
 - MPC Dual Channel ASSAC
 - Lectora de llaveros ASSAC
 - Site Controller OTI
 - Site Controller OTI
 - Sistema de medición de temperatura ASSAC.
 - Terminal remoto de ingresos de datos ASSAC.
- Salidas
 - 1 salida para LCD alfanumerico.
 - 2 salidas digitales de 12 VDC
- Entradas
 - 2 entradas digitales
- Tipo de dispositivo
 - Compatible con el sistema Easy Fuel.
- Temperatura
 - Operación: -30C a 75 C
 - Mantenimiento: -40 a 90C
- Dimensiones
 - Alto: 25mm
 - Largo: 150mm
 - Ancho: 100mm

AUTOMATION SERVICE S.A.C.
Calle Copérnico N° 217 – Urb. Pershing – San Miguel
Telf.: (51-1) 711-0410 / 711-0411
www.assac.com.pe

ANEXO 4: Galería fotográfica

