



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**Automatización para mejorar la efectividad del proceso de neutralización de
pH de aguas residuales en una empresa textil, Lima 2020**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO INDUSTRIAL**

AUTOR:

Lewis Flores, Kevin Jarzo (ORCID: 0000-0002-0862-8746)

ASESORA:

MSC. Delgado Montes, Mary Laura (ORCID: 0000-0001-9639-657X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión empresarial y productiva

LIMA - PERÚ

2020

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mi familia quienes son mi constante fuente de motivación y me han apoyado en mi preparación académica.

Agradecimiento

Quiero a mi padre por transmitirme e incentivar me este entusiasmo hacia la ingeniería. A mi madre por su incansable apoyo y por impulsarme a perseguir mis objetivos y nunca perder la fe en mí. A mis hermanas por enseñarme a valorar las oportunidades que se le presenten, a ser original y creativo, a motivarme a seguir adelante a pesar de los obstáculos. A mis abuelos que me enseñaron de humildad y amor quienes no están aquí para verme alcanzar este logro pero siempre los tengo presente. A mi asesora MSC. Mary L. Delgado M. por su dedicación y constancia, cuyos consejos me permitieron elaborar este trabajo y me brindó las pautas que me servirán en toda mi vida profesional. Gracias.

Índice de contenidos

I. INTRODUCCIÓN.....	3
II. MARCO TEÓRICO.....	6
III. METODOLOGÍA.....	15
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	15
3.2. Variables y operacionalización	16
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis	19
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	21
3.5. Procedimientos.....	27
3.6. Métodos de análisis de datos	109
3.7. Aspectos éticos	109
IV. RESULTADOS.....	110
V. DISCUSIÓN	120
VI. CONCLUSIONES	124
VII. RECOMENDACIONES	125
REFERENCIAS	126
ANEXOS	129

Índice de tablas

Tabla 1: Instrumento de la exactitud del sistema de neutralización de pH	22
Tabla 2: Instrumento de la intervención humana	23
Tabla 3: Instrumento de la disponibilidad del sistema	24
Tabla 4: Instrumento de eficacia.....	25
Tabla 5: Juicio de expertos	26
Tabla 6: Cronograma de la investigación	39
Tabla 7: Memoria data del 18 de Marzo, 2020	41
Tabla 8: Resultados del instrumento para la exactitud del sistema	43
Tabla 9: Resultado del instrumento para la intervención humana del sistema.....	48
Tabla 10: Resultado del instrumento para la disponibilidad del sistema	49
Tabla 11: Resultado del instrumento de eficacia	50
Tabla 12: Matriz Causa – Solución.....	54
Tabla 13: Cronograma de la integración del sistema de control automático	56
Tabla 14: Requerimiento de materiales para la implementación de la mejora	62
Tabla 15: DAP del proceso de neutralización de pH después de la mejora	64
Tabla 16: Identificación de responsabilidades	70
Tabla 17: Cronograma de la ejecución de la mejora Julio - 2020	80
Tabla 18: Memoria data extraída el 7 de Agosto del 2020	88
Tabla 19: Evaluación de la exactitud del sistema de la actividad 22 realizado el 13 de Agosto	90
Tabla 20: Exactitud antes de la implementación de la mejora	93
Tabla 21: Exactitud después de la implementación de la mejora	94
Tabla 22: Evaluación de la intervención humana del periodo del 1 al 15 de Agosto del 2020.....	95
Tabla 23: La intervención humana antes y después de la implementación de la mejora.....	96
Tabla 24: Evaluación de la disponibilidad del sistema del periodo de Agosto del 2020.....	97
Tabla 25: Disponibilidad antes y después de la implementación de la mejora.....	98
Tabla 26: Evaluación de la eficacia del sistema de la actividad 22 realizado el 13 de Agosto	99

Tabla 27: Eficacia antes de la implementación de la mejora.....	102
Tabla 28: Eficacia después de la implementación de la mejora	103
Tabla 29: Costos de la implementación de la mejora.....	104
Tabla 30: Costos por el investigador.....	104
Tabla 31: Criterios para evaluar los costos del proceso de neutralización de pH	106
Tabla 32: Beneficio debido a la implementación de la mejora	106
Tabla 33: Costos para el sostenimiento de la mejora	107
Tabla 34: Flujo de caja después de la implementación de la mejora	107
Tabla 35: Cálculo del VAN y TIR.....	108
Tabla 36: Beneficio/Costo de la investigación.....	108
Tabla 37: Estadística descriptiva de la disponibilidad antes y después	110
Tabla 38: Estadística descriptiva de la eficacia antes y después	112
Tabla 39: Pruebas de normalidad de la disponibilidad.....	115
Tabla 40: Análisis de significancia por Wilcoxon para disponibilidad	116
Tabla 41: Pruebas de normalidad de la eficacia	117
Tabla 42: Análisis de significancia por Wilcoxon para eficacia	118
Tabla 43: Toma de muestras para la confiabilidad del peachímetro	133
Tabla 44: Causas de la poca efectividad del proceso de neutralización.....	137
Tabla 45: Matriz correlacional de las causas de ausencia de control de procesos de neutralización en una empresa textil.....	137
Tabla 46: Matriz de correlación de las causas de ausencia de control de procesos de neutralización en una empresa textil	138
Tabla 47: Estratificación de las causas.....	139
Tabla 48: Evaluación de alternativas de solución	140
Tabla 49: Equipos disponibles de la empresa en estudios.....	215
Tabla 50: Equipos a requerir.....	216

Índice de gráficos y figuras

Figura 1: Diagrama de Ishikawa	4
Figura 2: Sistema de control lazo cerrado	8
Figura 3: Integración de la automatización	10
Figura 4: Fases de integración de un proyecto de automatización.....	11
Figura 5: Flujograma de producción bajo pedidos de la empresa ROMOSA S.A.C.	28
Figura 6: Producto con estilo Melange Heather de la empresa ROMOSA S.A.C. .	29
Figura 7: hilado con estilo crudo de la empresa La Colonial S.A.C.....	29
Figura 8: Sistema de inyección de la máquina teñidora en la empresa ROMOSA S.A.C.	30
Figura 9: DAP del proceso de neutralización de pH.....	31
Figura 10: Línea del efluente (tubería) residual ingresando al PTAR	32
Figura 11: Estación de filtración del efluente residual	32
Figura 12: Tanque mezclador estático.....	33
Figura 13: Neutralizante Dynafloc y bomba dosificadora.....	34
Figura 14: Línea de efluentes residuales neutralizados y la poza de aguas residuales.....	35
Figura 15: Vapor caliente saliente de la poza de aguas residuales.....	36
Figura 16: Diagrama del comportamiento del pH extraído de la tabla 8	46
Figura 17: Fases para integrar el sistema de control automático para la neutralización de pH	56
Figura 18: Sistema del proceso de neutralización de efluentes residuales	58
Figura 19: Controlador WALCHEM PH/ORP DP 420	59
Figura 20: Sensor de pH WELPHF71 – ING.....	60
Figura 21: Sistema automático del proceso de neutralización de efluentes residuales.....	62
Figura 22: Diagrama eléctrico de tablero de control de nivel	63
Figura 23: Flujograma del proceso automatizado de neutralización de pH	65
Figura 24: Posición del sensor de pH para el pre – test de la investigación.....	67
Figura 25: Posición del sensor de pH para la implementación de la mejora de la investigación.....	68

Figura 26: Posición del tablero eléctrico y el control de nivel en la zona externa a la PTAR.....	69
Figura 27: Equipos instalados en la zona interna de la PTAR	80
Figura 28: Ubicación del controlador pH/ORP WDP 420.....	81
Figura 29: Ubicación del sensor de pH WELPHF71 – ING	82
Figura 30: Equipos instalados en la zona externa de la PTAR	82
Figura 31: Ubicación del tablero eléctrico del control de nivel.....	83
Figura 32: Instalación del control de nivel en el Dynafloc.....	83
Figura 33: Diagrama eléctrico incorporando el tablero de control de nivel al sistema eléctrico actual	85
Figura 34: Operario contrastando la lectura del sensor de pH con la lectura del peachimetro	86
Figura 35: Extrayendo la memoria data del controlador en un USB.....	87
Figura 36: Histograma de la disponibilidad antes de la implementación de la automatización	111
Figura 37: Histograma de la disponibilidad después de la implementación de la mejora.....	112
Figura 38: Histograma de la eficacia antes de la implementación de la automatización	114
Figura 39: Histograma de la eficacia después de la implementación de la automatización	114
Figura 40: Total nacional de producción de Hilo e Hilado de Algodón	130
Figura 41: Diagrama de Ishikawa.....	136
Figura 42: Diagrama de Pareto de las causas del problema de investigación.....	138
Figura 43: Estratificación de las causas	140
Figura 44: Componentes de un sistema de control	153
Figura 45: Componentes de un sistema de control	153
Figura 46: Sistema de control de lazo cerrado de realimentación negativa.....	154
Figura 47: Elementos de un sistema de control automático	156
Figura 48: Elementos básicos de un sensor	157
Figura 49: Sensor de nivel con objeto flotador, casos “a” y “b”	158
Figura 50: Sensor de nivel por presión diferencial, caso “c”	158
Figura 51: Dinámica del sensor de pH.....	159

Figura 52: Curva de neutralización de una base débil con un ácido fuerte	166
Figura 53: Especificaciones de las bombas dosificadoras IWAKI.....	212
Figura 54: Series de controladores WALCHEM.....	213
Figura 55: Sensor de ORP con termocupla, de pH con termocupla y el electrodo del sensor de pH respectivamente	214

Resumen

La presente investigación propone un sistema de control automático para el proceso de neutralización de pH de aguas residuales de una empresa textil, puesto que los valores de pH se encuentran fuera de lo esperado a pesar de que el proceso de neutralización se encuentre funcionando, generando reparaciones y costos ambientales; por consiguiente, el objetivo de esta investigación es determinar cómo la automatización mejora la efectividad del proceso de neutralización de pH de aguas residuales. Lo que conllevó a evaluar el proceso de neutralización en un intervalo de 15 días antes y después de que se implementase el sistema de control automático que propone esta investigación. Dicho sistema automatizó la dosificación de neutralizante vertido en el caudal, automatizó la medición y registro de pH, que para el caso presentado se configuró una medición en tiempo real y un registro de cada 10 minutos. Luego de observar la variabilidad de los valores de pH, se concluye que el sistema es confiable, puesto que evidenció un incremento de la eficacia y se mantuvo la disponibilidad y, en consecuencia, el aumento de la efectividad del proceso de neutralización debido a la reducción de la intervención humana como la eliminación del error humano.

Palabras clave: Automatización, efectividad, sistema de neutralización, aguas residuales.

Abstract

This research proposes an automatic control system for the wastewater pH neutralization process of a textile company, since the pH values are out of the expected even though the neutralization process is working, generating repairs and environmental costs; therefore, the objective of this research is to determine how automation improves the effectiveness of the wastewater pH neutralization process. This led to the evaluation of the neutralization process in an interval of 15 days before and after the automatic control system proposed by this investigation was implemented. Said system automated the dosage of neutralizer poured into the flow, automated the measurement and recording of pH, which for the case presented was configured a measurement in real time and a record of every 10 minutes. After observing the variability of the pH values, it is concluded that the system is reliable, since it showed an increase in efficiency and availability was maintained and, consequently, an increase in the effectiveness of the neutralization process due to the reduction of human intervention as the elimination of human error.

Keywords: Automation, effectiveness, neutralization system, wastewater

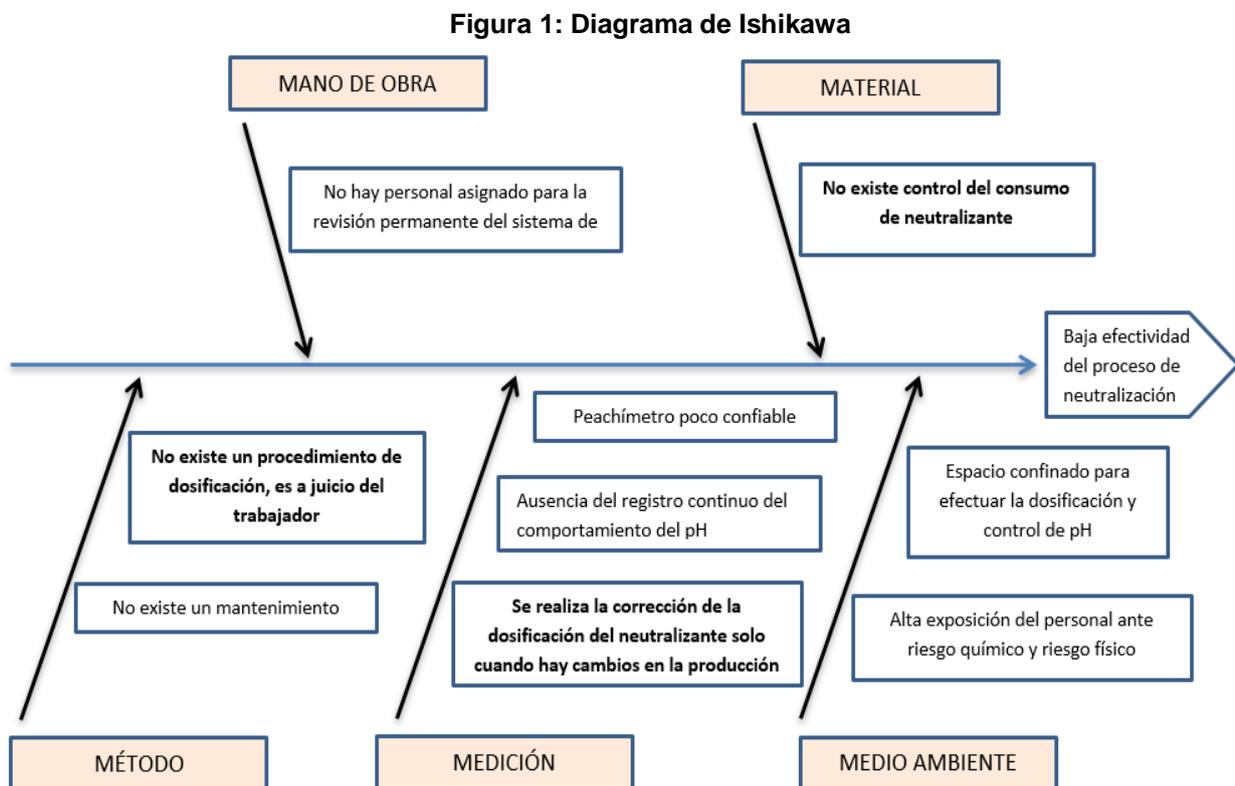
I. INTRODUCCIÓN

La industria textil exige una gran demanda de recurso hídrico para las distintas materias primas que se procesan en este sector, es de vital importancia saber que la consecuencia más notable de este sector es su violento crecimiento a través de los años y que la deficiente efectividad del tratamiento de sus aguas residuales causa la gran cantidad de contaminación. Analizando el panorama contextual de la investigación (**anexo 1**) con el estudio realizado por la revista *Yale Environment* que sintetiza la gravedad de no tratar estas aguas residuales en China, resultando que este país, al incrementar su producción textil, termine siendo partícipe del 40% de la contaminación hídrica en el año que se estudió (Heida 2014). Un impacto relativo al incremento de la producción del país asiático, el Perú se vio afectado ante este acontecimiento, notándose una caída en la producción nacional en los años 2016(18%) y 2017(21%) respecto a la cantidad del año 2015 con un total de 29.6 millones de Kilogramos (INEI 2020).

El estado peruano contribuyó en un proyecto de extremo valor para las grandes empresas textiles, tratándose de reutilizar y neutralizar los efluentes salientes de las máquinas logrando una buena gestión del compromiso del medio ambiente (UCSP 2015). Debido a la llegada de los productos chinos hacia todo el mundo, condujo a una alianza estrategia entre Perú y Australia, pudiendo lograr un libre comercio de la conserva de espárragos y de las prendas de vestir de algodón, proponiendo superar la caída de la producción nacional peruana (Alcalá 2020).

La industria textil peruana, básicamente esta poblado de pequeñas y medianas empresas quienes han menospreciado este proceso de neutralización de sus aguas residuales ya que no aporta valor a su producto final, sin embargo, la organización puede verse afectada al no respetar los parámetros del anexo 2 de los valores máximos admisibles estipulados en el decreto supremo N° 010-2019-VIVIENDA; por tal necesidad, mediante el análisis de la problemática con herramientas de calidad (**anexo 2**) se puede determinar que las causas que generan la baja efectividad del presente estudio, es la **inexistencia de un procedimiento de dosificación**, el cual el criterio de dosificación **es a juicio del trabajador**, sumado a ello, también **se**

realiza la corrección de la dosificación del neutralizante solo cuando hay cambios en la producción, generando la poca efectividad del proceso de neutralización. Sumado a ello, el **peachímetro poco confiable** ocasiona que el operario disponga de criterios inciertos, y por último, **no existe control del consumo de neutralizante**, en consecuencia si el operario no se percata de el recipiente del neutralizante esta vacío, la bomba dosificadora no podrá neutralizar el pH de los efluentes residuales y estos se dirijan al sistema de alcantarillado sin ser neutralizada (Vea la **figura 1**).



Fuente: Elaboración propia

El resultado de dicho análisis fue definir 9 causas que generan poca efectividad en el proceso de neutralización de pH, y elegir como mejor alternativa de solución a la automatización del proceso. En consecuencia, se realizó una matriz de coherencia (**anexo 3**), de esta surge el **problema general** de la investigación, ¿De qué manera la automatización mejorará la efectividad del proceso de neutralización de pH de aguas residuales en una empresa textil, Lima 2020? Y como **problemas específicos**, ¿De qué manera la automatización mejorará la disponibilidad en el sistema del proceso de neutralización de pH de aguas residuales en una empresa textil,

Lima 2020? ¿De qué manera la automatización mejorará la eficacia del proceso de neutralización de pH de aguas residuales en una empresa textil, Lima 2020?.

Resolver estos problemas de investigación se justifica en 4 aspectos:

Según Bernal, Cada trabajo de investigación tiene que disponer de los principios que conforman el motivo principal por que el cual el autor realiza la investigación (Bernal 2006, p. 104). Por tanto, como **justificación práctica** la facilidad de instalación y operatividad de un sistema sofisticado, de acuerdo a la necesidad de las empresas textiles que disponen del mismo caso presentado en este estudio. Así mismo, como **justificación metodológica** se concentrará toda lógica de un autó-mata, aplicados para entender la programación de los nuevos equipos existentes en el mercado en su reemplazo, esto permitirá que las empresas textiles que estén empezando en el rubro y las que ya están en sus primeros pasos en la industria, integren un sistema no tan complejo. A continuación, como **justificación económica** se empleará un sistema de control automático a un proceso que utiliza un insumo como neutralizante llamado Dynafloc AM, este sistema propicia un control sobre este recurso existentes, procurando observar un ahorro significativo de este insumo; adicional a ello se evitaría la suspensión del sistema de alcantarillado municipal por incumplir uno de los parametros del anexo 2 del Decreto Supremo de vivienda (D.S. N° 010-2019-VIVIENDA), que estipula los valores máximos admisibles de la caracterización del agua residual industrial. Para finalizar, como **justificación social** el estudio se centra en el compromiso con el medio ambiente, neutralizando estos efluentes alcalinos que pueden dañar la estructura del sistema de alcantarillado como también el ecosistema.

Con el fin de llevar a cabo la investigación, se traza como **objetivo general** del estudio: Determinar de qué manera la automatización mejora la efectividad del proceso de neutralización de pH de aguas residuales en una empresa textil, lima 2020. Y como objetivos **específicos**: Determinar de qué manera la automatización mejora la disponibilidad del sistema del proceso de neutralización de pH de aguas residuales en una empresa textil, Lima 2020; determinar de qué manera la automatización mejora la eficacia del proceso de neutralización de pH de aguas residuales en una empresa textil, Lima 2020.

De acuerdo con el problema principal, se plantea la **hipótesis general**: La automatización mejora la efectividad del proceso de neutralización de pH de aguas residuales en una empresa textil, Lima 2020. Y las **hipótesis específicas** de la investigación son: La automatización mejora la disponibilidad del sistema del proceso de neutralización de pH de aguas residuales en una empresa textil, Lima 2020; la automatización mejora la eficacia del proceso de neutralización de pH de aguas residuales en una empresa textil, Lima 2020.

II. MARCO TEÓRICO

De acuerdo con los **antecedentes** analizados en el **anexo 4**:

El concepto de automatizar un sistema implica controlar en todo momento el proceso y tener la confiabilidad de que los resultados serán los más precisos, fue así que **Paz** (2017) desarrolló una planta de neutralización de efluentes con el concepto de reutilizar las aguas residuales de las máquinas antes de desecharlas al alcantarillado, logrando reutilizar el 65% de los efluentes residuales, y una mejora total del 70%, así mismo **Rosado** (2018), **Rumié, Mcnish y Cano** (2011) realizaron una implementación similar con un PLC para controlar un sistema de deficiente tecnología, obteniendo un comportamiento inteligente de este proceso con una programación PID (Proporcional – Integral – Derivativo). **Díaz, Lino y Quispe** (2018) realizaron una propuesta para presentar al Quitosano como coagulante ante el coagulante existente (Dynafloc AM) en la empresa de dicho estudio, corroborando con la titulación de ambos insumos, siendo el Quitosano un efectivo coagulante pero en comparación al Dynafloc, este resulta excesivamente costoso.

Otro estudio importante fue el que realizó **Oviedo** (2016) donde la propuesta de automatizar la neutralización de las aguas residuales, lo efectuaron en una empresa cartonera utilizando software y herramientas de automatización como Fieldbus, Codesys logrando optimizar la utilización del recurso humano. Investigaciones como el de **Cervantes** (2014), tienen como propósito analizar la contaminación que generaba la actividad minera, utilizando la caracterización de los procesos del drenaje

ácido de minas, dio como resultado que estos ácidos salientes de la actividad minera, resultan ser altamente concentrados (pH 2.44 a 3.38). El proyecto de **Georgiou, Aivazidis, Hatiras, Gimouhopoulos** (2003) confrontó eliminar el colorante del agua residual de la industria textil, utilizando la coagulación y floculación como técnicas esenciales para este estudio y como insumo principal la cal, obteniendo que este insumo remueva del 70% al 90% del color al agua residual comprobando así su eficiencia.

El estudio que realizaron **Bes, Iborra, Mendoza, Cuartas, Alcaina** (2005) utiliza la sofisticada tecnología de nanofiltración en membranas para eliminar los agentes contaminantes de los residuos líquidos textiles, cuyo resultado fue la degradación del DQO del 55%. Siguiendo con las técnicas anteriores, está el estudio de **Ko-yuncu, Topacik, Yuksel** (2004) realizado en Turquía que utilizaron las membranas de nanofiltración con el fin de reutilizar el agua residual ya que en la zona se elaboraba la actividad textil a gran escala, y la deficiencia de sus procesos de depuración generaban la velocidad de la contaminación de ríos y mares. Similar al anterior estudio se encuentra esta investigación realizada por **Rakeshkumar, Kalpana, Jitendra, Bhavanath** (2014) se centra en la técnica de Biosorción para las aguas residuales alcalinas textiles, utilizando bacterias llamadas cepa R-16 que regularicen el pH lográndolo efectivamente en un periodo de 2 horas.

Los antecedentes previos nos permiten adquirir conocimientos de como se están neutralizando los efluentes, dosificando ácidos para disminuir el pH de los efluentes de las empresas textiles, utilizando un controlador que contenga la función que disponen los PLC y el método de la automatización a un proceso continuo, ya sea por batch o lotes de efluentes a neutralizar.

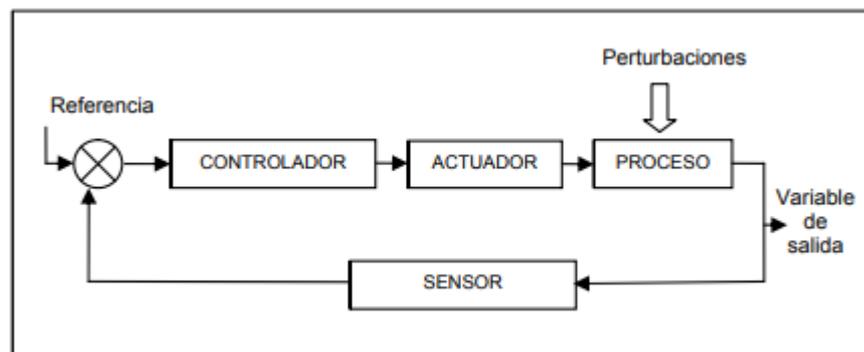
De acuerdo con las **teorías relacionadas** estudiadas en el **anexo 5** denominado **principios de automatización**, donde se toma con profundidad toda definición o concepto que ayudan a entender la metodología de la presente investigación, se resume en lo siguiente:

Se entiende que un **sistema de control** es aquel sistema que usa una agrupación de equipos y maquinarias para efectuar la captación y el procesamiento de información, el control de sus procesos y las medidas para controlar el sistema y los resultados (Mendiburú 2003, p. 2).

Según Carrillo (2011, p. 24) menciona que hay dos clases de sistema de control: el primero es el sistema de control **lazo abierto** donde los resultados del sistema no guarda relación con la variable deseada, es decir, esta no se ve afectada por la salida real del sistema, debido a que no tiene el factor de retroalimentación. En cambio, el sistema de control **lazo cerrado** dispone de una señal de retroalimentación (sensor), causando la corrección de la variable a medir, procurando llegar al valor deseado.

La **automatización** es un sistema de control automático que reúne un conjunto de elementos enlazados entre sí para cumplir con un propósito de operar por sí solo y constantemente controlar el resultado que se quiere conseguir, con la participación mínima o nula de la intervención humana (García Moreno 1999; Mendiburú 2003; Pérez 2015).

Figura 2: Sistema de control lazo cerrado



Fuente: Elaboración propia

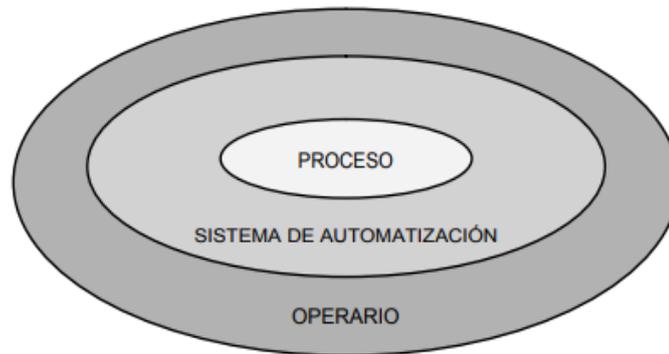
El uso de un **autómata** y un **sensor** serán la piezas fundamentales para tener medición constante de la variable y el control de este, utilizando los elementos y equipos pertinentes, con una programación planificada (García Moreno 1999).

Existen elementos para considerar que un sistema está controlado de manera automática como se aprecia en la **figura 2**, para iniciar está el **controlador**, quien cumple la función de **autómata programable** y es el reemplazo de la operación y criterio del operario (Fidalgo, Fernández y Fernández 2016), seguido está la **referencia**, que es el **tipo de control** del controlador. El tercer elemento es el **actuador**, que será el **intermediario que corrige** el error que el controlador haya detectado (Mendiburú 2003), el cuarto elemento es el **proceso**, donde se ejecutará la **transformación** necesaria para controlar la variable, como último elemento que es el **sensor**, quien hace el papel de **retroalimentar** el sistema con información actualizada constantemente ayudando a controlarla (Pérez, Acevedo y Silva 2009).

Para **integrar un sistema automático**, es necesario una serie de fases ya que la relación entre el operario y el proceso tomarán otro concepto, debido a que el sistema será ejecutado por un autómata, un ente con una lógica y algoritmo interno que es capaz de decidir para obtener el mismo o un mejor resultado que el método manual.

Esto solo se vincula con la **exactitud** en que se efectúa el proceso y el control de sus resultados o salidas del proceso, por tanto, el operario es quien conoce el proceso y los ingenieros o técnicos quien implementa el sistema automático, solo es una herramienta para el operario. A continuación, un esquema al cual se verifica el sistema de automatización integrándose y formando parte de enlace entre el proceso y el operario (Mendiburú 2003, p. 31). Este intercambio de roles al integrarse un autómata que cumpla con la función que se encargaba el usuario del sistema, y que este pase a la asistencia del autómata, se puede ver reflejado en la siguiente figura, demostrando su nueva posición en el sistema.

Figura 3: Integración de la automatización



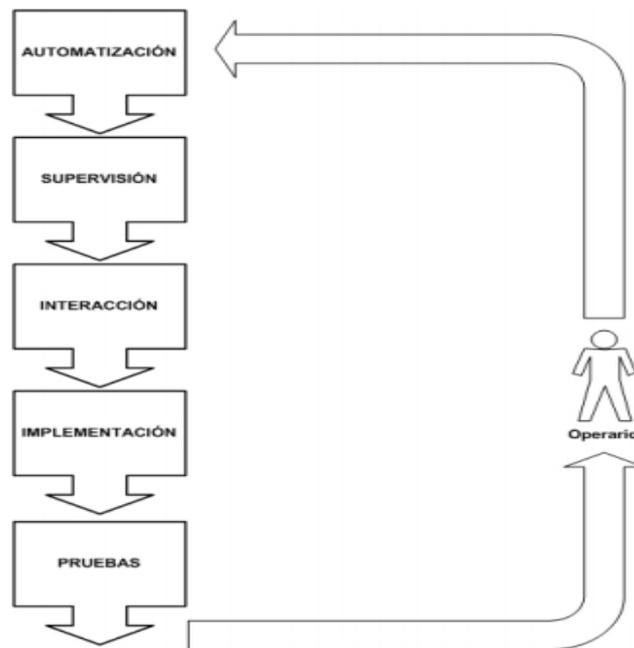
Fuente: Extraído de automatización medioambiental (p.31)

Existen niveles de acuerdo al modo en que se ha integrado un proceso automático o un sistema automatizado. Estos se dividen en 4 niveles: El **primer nivel** es el elemental, en donde solo se ha automatizado acciones u operaciones designadas; el **segundo nivel** son de máquinas simples, que son estos equipos cuyas funciones son recibir tareas predestinadas.

El **tercer nivel** es el de proceso, cuyo propósito es adjuntar múltiples acciones participando de manera coordinada para la realización de un proceso en una área designada, el **cuarto** y último nivel es el de gestión integrada quien se encarga de generar una red a través de estas maquinarias cuya relación sería su comunicación estrecha entre las otras áreas de una planta industrial (García 2005, p. 23).

Según Ponsa y Granollers (2008, p. 6) en la puesta en marcha de un sistema de automatización es necesario tener en cuenta ciertas etapas al cual llevarán un rol de continuidad, esta **metodología** se basa en la transformación de una operación ejercida por una mano de obra a una operación automática y controlada. A continuación se presenta el gráfico que ordena las **fases de integración de un sistema automatizado**.

Figura 4: Fases de integración de un proyecto de automatización



Fuente: Extraído de Diseño y Automatización Industrial

La **fase de automatización** se realiza un estudio antes y después de la implementación del sistema automatizado, puesto que aquí se analiza el cambio o transformación que va a tener el proceso que se va a automatizar, puesto que es necesario utilizar lenguajes adecuados como GRAFCET, Ladder, circuito eléctrico, entre otros, para obtener una vista más amplia y validar cada detalle de este sistema.

Por tanto, se estará comparando las cantidades de actividades del operario, los procesos que se ejecutan por el operario solo o con una herramienta, luego se diseñará un diagrama de el mismo proceso en la perspectiva de automatización, es decir, la selección de un autómatas programable y los equipos necesarios que van enlazados a él (Ponsa y Granollers 2008, p. 7).

En la **fase de supervisión**, el objetivo es automatizar cada actividad envuelta en un proceso. Una tarea que se debe realizar para realizar una efectiva supervisión, es analizar cada factor que esté involucrado al proceso, obtener conocimientos tanto de situaciones frecuentes como particulares, para estar preparado para diferentes casuísticas que se presenten (Colomer et al. 2000, p. 2). En esta etapa se mencionará todos los aspectos que favorecerán al operador, como ejemplo una

pantalla al cual él puede interactuar y proporcionarle una serie de comandos básicos para que él pueda manipular los parámetros del autómatas con mayor facilidad (Ponsa y Granollers 2008, p. 8).

Para la **fase de interacción** es necesario estudiar la interacción hombre – máquina basada en dar explicación de las experiencias del operario con una máquina u autómatas, tanto físicas que vincula la ergonomía, como cognitivo refiriéndose al conocimiento y la facilidad de la manipulación del hombre a la máquina. En base a ello, este estudio brinda analizar esta interfase, busca las herramientas adecuadas o sistemas adecuados para que el hombre este en un ambiente más controlado y a su vez, más seguro (Velasco 2007, p. 22). En esta fase se va a especificar las nuevas actividades del operario, su estado de transformación de ejercer una actividad a supervisar un control automático. Por tanto, aquí se aplicará una secuencia lógica de como el operario puede interactuar con el autómatas programable (Ponsa y Granollers 2008, p. 9).

En la **fase de implementación**, como su nombre lo indica, se implementará el sistema automático según ya validado los equipos necesarios para completarlo. Se deberán tener todas las precauciones ergonómicas del operario en esta fase, debido a que uno de los propósitos de integrar un sistema automático es facilitar el proceso (que se automatizará) asignado al operario (Ponsa y Granollers 2008, p. 11).

En la **fase de pruebas** se pondrá en marcha el sistema según metodológicamente como se encuentra automatizado y controlado. Sin embargo, en la práctica esto resulta parcialmente diferente, por lo que se debe someter a prueba el sistema automático, de manera que es viable manipular algunas situaciones críticas en el proceso ya automatizado, se validarán los resultados de la variable en razón del tiempo (Ponsa y Granollers 2008, p. 11).

La **ventaja de un sistema automatizado** es aumentar la precisión con que se procesa un sistema automático y se reflejen con los resultado esperado, y a su vez, esto involucra que el usuario que estuvo ejecutando un proceso al que se va a automatizar, se reduzca su participación y pasar de un papel operativo a formar

parte de un papel de mantenimiento, soporte y supervisión del sistema. La intervención de un sistema de control automatizado genera la afinidad en la exactitud del resultado que se procure alcanzar, a su vez permite que se pueda validar el cambio de la intervención del usuario en este proceso de neutralización.

La **exactitud de un sistema** se basa en la diferencia entre el la variable deseada y la variable medida en el sistema (Mendiburú 2003, p. 14).

Este concepto se puede expresar en la siguiente fórmula:

$$Es = \frac{\sum_1^n (|us - es|)}{n}$$

La automatización en la industria ha permitido la optimización de procesos y la agilitación de sus actividades, tanto de las maquinarias a utilizar como de la intervención humana. A su vez, la reducción del tiempo en el que interviene un humano ha sido uno de los factores clave para la minimización de errores hechos por ellos mismos. Se le define como el grado de **intervención humana** en el proceso de automatización (Lifelong Learning 2011, p. 9). Esto permite cambiar las actividades del operario, pasar de operar el sistema a hacer actividades de soporte y mantenimiento de un sistema, y también del control de algunos procesos complejos en donde interaccionará con ella (Vázquez 2019, p. 25). Este concepto se puede expresar en la siguiente fórmula:

$$Tih = \frac{To}{Ttr}$$

Es de vital importancia mencionar que, aplicando la automatización, se está afectando tanto la precisión de sus resultados como en la optimización del recurso humano. No obstante, este primer factor al ser alterado concierne una mejora en la efectividad del sistema, dado que se estará evidenciando un proceso cuyo papel principal va ser alcanzar resultados dentro un rango aceptado por normas establecidas que censan las condiciones de las aguas residuales en el alcantarillado o en la red de drenaje directo a superficies marítimas.

La **efectividad** de un sistema hace relación de los resultados reales y los deseados, con la utilización de un sistema (Quesada y Villa 2007, p. 23). Así mismo, la efectividad esta vinculada con la mayor parte del tiempo en el que el sistema tiene resultados dentro de un rango de acuerdo a los criterios que maneje la empresa y que a su vez sea permisible dentro de un rango que este estipulado por entes controladores de las aguas residuales que van hacia el alcantarillado y los que van directamente a la superficie marina. También, la efectividad tiene relación con el tiempo en el que el sistema automático esta en condiciones disponibles para que pueda efectuar su uso durante las jornadas laborales o el parámetro de tiempo que este se requiera.

Una de las métricas usadas por la efectividad es la **disponibilidad de un sistema** o proceso, el cual vincula el tiempo que el sistema estuvo en óptimas condiciones para ejecutar sus actividades con normalidad, y el tiempo de paradas del sistema ya sea por el mantenimiento del mismo o algunas disfunciones ocasionales propios del sistema (Sols 2000, p. 41).

De acuerdo a la norma EN 13306 (2010), disponibilidad es la “Aptitud de un elemento para encontrarse en un estado en que pueda realizar su función, cuándo y cómo se requiera, bajo condiciones dadas, asumiendo que se dispone de los recursos externos necesarios”. Este concepto se puede expresar en la siguiente fórmula:

$$D = \frac{Tts - Tpm}{Tts}$$

La **eficacia** son los resultados mismos del propio sistema automático, que hace una comparación con los resultados deseados en un rango controlado. Una característica de la eficacia es que suele ser el resultado de la efectividad del sistema (Galán 1996, p. 20).

Este concepto se puede expresar en la siguiente fórmula:

$$Efi = \frac{Ten}{Tm}$$

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

- **Finalidad de investigación**

Según Hernandez (2014, p. 125) el investigador es el especialista de encontrar una solución ante un problema, con la objetividad de tomar las decisiones adecuadas para lograr ello, por lo que la presente investigación tiene como finalidad ser de tipo aplicada, puesto que se pone en práctica diferentes ramas de la ingeniería y otras ciencias para efectuar un sistema de control automático, partiendo de una base fundamental de cada una de estas doctrinas involucradas.

- **Enfoque de investigación**

Hernández (2014, p. 4) menciona que una investigación la presente tesis es de enfoque cuantitativo, puesto que dispone medir las variables tanto independiente como dependiente, a través de sus dimensiones, luego de colocar el sistema de control automático, elaborándose las 5 fases mencionadas en el marco teórico, las mejoras específicas en la empresa de este estudio, brindando resultados para su crítico análisis y diferenciar los cambios ya sean positivos o negativos del proceso de neutralización de pH en estas aguas residuales.

- **Nivel o profundidad de investigación**

El nivel de este estudio es explicativo, de acuerdo que se buscará y agrupará las causas que ocasionan el problema de esta investigación; se analizará con profundidad y de manera lógica los posibles factores industriales que influyen en el campo de estudio para que se pueda dar una explicación certera de lo que está ocurriendo en la industria textil peruana.

- **Diseño de investigación**

El diseño que tiene esta tesis es experimental de subtipo cuasi experimento debido a que se va a evaluar situaciones similares del proceso de neutralización de efluentes con el simple hecho que no se encuentran en el mismo espacio de tiempo. Por

lo que primero valoramos la data que nos brindará la empresa en estudio para validar un antes y un después de la integración del sistema de control automático en el proceso de neutralización de pH.

3.2. Variables y operacionalización

Tanto la variable independiente como dependiente y sus respectivas dimensiones, se están organizando en una matriz de operacionalización de las variables comprendidas en el **anexo 6**.

Variable independiente: Automatización

- **Definición conceptual**

Según Escaño et. al (2019, p. 1) la automatización es el conjunto de diferentes ciencias y disciplinas para conectarse unas a otras de manera lógica operando de manera automática para obtener un resultado.

- **Definición operacional**

La automatización consiste en utilizar elementos intercomunicados para mejorar la precisión de los resultados de un proceso, a su vez permite reducir las actividades que el usuario realiza en el sistema.

- **Dimensiones**

- **Exactitud del sistema**

Esta dimensión mide el margen de error del sistema que se aplicara en este estudio. Siendo el resultado del promedio aritmético de los errores producidos entre la señal de salida del sistema y la señal de referencia de este mismo. El tiempo entre cada medición es de 10 minutos; por lo tanto, se tomará en cuenta una relación de 58 lecturas de pH, es decir, el parámetro de tiempo es de 9,5 horas de medición del sistema. El indicador que se va a utilizar tiene una escala de razón.

La fórmula de esta dimensión se esquematiza en el siguiente indicador:

$$Es = \frac{\sum_1^n (|us - es|)}{n}$$

Donde:

Es: Margen de error (pH)

us: Señal de referencia (pH)

es: Señal de salida (pH)

n: Número de mediciones tomadas

- **Intervención humana**

Esta dimensión se centra en buscar el porcentaje del tiempo que interviene un operario en el sistema. Su resultado se estima con la relación entre el tiempo de operación por el operario y el tiempo total de operación. Por tratarse de un sistema

automático, las probabilidades de que un operario realice una operación manual disminuyen considerablemente; por tanto, se va a optar por un parámetro de tiempo de una jornada laboral de 8 horas por día, partiendo desde la instalación y corroboración del funcionamiento del sistema. El indicador que se va a utilizar tiene una escala de razón.

La fórmula de esta dimensión se esquematiza en el siguiente indicador:

$$T_{ih} = \frac{T_o}{T_{tr}}$$

Donde:

T_{ih}: Índice de intervención humana (%)

T_o: Tiempo de operación por el operario (h)

T_{td}: Tiempo total de operación real (h)

Variable dependiente: Efectividad

- **Definición conceptual**

Para Quesada y Villa (2007) la efectividad es la armonía del funcionamiento del sistema, tanto operaciones del sistema como resultados obtenidos y esperados.

- **Definición operacional**

La efectividad es dada por el tiempo en que el sistema está operativamente disponible para realizar tareas asignadas y garantizar que los resultados que este efectúe, se encuentre en los parámetros controlados.

- **Dimensiones**

- **Disponibilidad del sistema**

Esta dimensión se centra en buscar el porcentaje en que el sistema se encuentra operativo y hábil para ejecutar cualquier acción de corrección. Por tanto, esta variable es el resultado entre las horas en que el sistema se encuentra operativo y las horas transcurridas del sistema en su totalidad. Ya que este controlador no necesita apagarse en ningún momento y como es un autómata programado, este no

efectuará ninguna acción si previamente no recibe los comandos lógicos que permitan al controlador ejecutar una acción de control. El indicador que se va a utilizar tiene una escala de razón.

La fórmula de esta dimensión se esquematiza en el siguiente indicador:

$$D = \frac{Tts - Tpm}{Tts}$$

Donde:

D: Disponibilidad (%)

Tts: Tiempo total de operación del sistema (h)

Tpm: Tiempo de parada por mantenimiento (h)

- **Eficacia**

Esta dimensión logra buscar el porcentaje del resultado con medidas dentro del rango especificado en la base teórica (pH de 6 a 8). Su medición consistirá en comparar el total de resultados que el sistema tenga un resultado dentro del rango dispuesto en la presente investigación, con un total de 58 mediciones, con una medición de resultados cada 10 minutos continuos. El indicador que se va a utilizar tiene una escala de razón.

La fórmula de esta dimensión se esquematiza en el siguiente indicador:

$$Efi = \frac{Ten}{Tm}$$

Donde:

Efi: Eficacia del sistema (%)

Ten: Tiempo de resultados en rango

Tm: Total de mediciones

3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

Población

Según Vivanco (2005, p. 23) menciona que una población es aquella agrupación de elementos que son sometidos a medición, los cuales se obtendrá información crucial para entender y analizar el comportamiento de estos elementos. Por ello, la

población son las aguas residuales que son procesadas en el PTAR, siendo la unidad de análisis los 2 m³/s de caudal de los efluentes residuales que provienen desde la planta de producción durante la jornada laboral de 7:30 a 17:00 horas.

- **Criterios de inclusión:**

La población abarca todo efluente que sea extraído a una poza común de todas las máquinas que procesan los diferentes productos de una empresa textil.

- **Criterios de exclusión:**

La población no abarca las aguas residuales que se encuentren en la línea residual sanitaria. Puesto que estas aguas residuales tienen su propia salida al sistema de alcantarillado por la estabilidad de su pH (pH 7).

Muestra

La muestra es una colección perteneciente a la población, cuyo propósito tener una mejor técnica para ordenar los elementos a medir (Vivanco 2005, p. 24). Sin embargo, la muestra de este estudio es igual a la población debido a que en la empresa textil todas las maquinarias para procesar los distintos productos, se acopian a una fosa común, para luego ser llevado a la PTAR mediante una bomba sumergible.

Muestreo

Como la muestra es igual a la población, entonces no es necesario un muestreo en esta investigación.

Unidad de análisis

La unidad de análisis es el proceso de neutralización de pH de las aguas residuales en una empresa textil ubicado en el Cercado de Lima. También se considera que la empresa en estudio es una PyME por tanto se tienen volúmenes considerables de aguas residuales a neutralizar.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnicas de recolección de datos

Según Gómez (2006, p. 121-122) la recolección de datos conlleva a realizar mediciones los cuales estos recursos ayudarán a darle organización a los datos relacionados con la finalidad de entender con profundidad las dimensiones de la investigación.

La recolección de datos son la técnicas o actividades que se van a utilizar en una investigación, lo cual se requiere la precisión al utilizar la técnica para abastecer las dimensiones que sirvieron para el entendimiento de el estudio (Hernandez Sampieri, Fernandez Collado y Baptista Lucio 2010, p. 169). Por tanto, el presente estudio utiliza la técnica de revisión documentaria mediante las diferentes fichas de recolección de datos para operarlos con su respectiva variable vinculada.

3.4.2. Instrumentos de recolección de datos

Estos instrumentos disponibles en el **anexo 7** permitirán facilitar la recopilación de datos pertinentes para medir las dimensiones de la presente investigación.

- **Intrumento de la exactitud del sistema de neutralización de pH**

Es un formato al cual se podrá ingresar información con ayuda de las lecturas del pH visualizadas en el controlador, a su vez, estas serán tomadas en un intervalo de 10 minutos entre lecturas. tomando una relación total de 58 lecturas completándose en un tiempo total de 9 horas con 30 minutos para evaluar la exactitud del sistema con el formato elaborado. Dentro de esta ficha, se encontrará la dimensión exactitud del sistema para utilizar los datos que se estarán recolectando durante 15 días, añadiendo una descripción de la función específica de como llenar el formato, para su fácil desenvolvimiento (vea la **tabla 1**).

Tabla 1: Instrumento de la exactitud del sistema de neutralización de pH

INSTRUMENTO PARA EXACTITUD DEL SISTEMA DE NEUTRALIZACION DE PH				
Área:	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)			
Fecha:		Hora de inicio de actividad:	7:31	
Actividad nº:		Hora de término de actividad:	17:01	
		Tiempo total de actividad:	9,5 horas (570 min)	
Encargado de la actividad:				
Descripción de la actividad:	El encargado de la actividad tomará las lecturas de pH visualizadas en el controlador del sistema de neutralización de aguas residuales, también evaluará la exactitud de neutralización en un determinado intervalo de tiempo			
Intervalo de tiempo entre mediciones:	10 min		Total de mediciones:	58
Autorizado por:	La empresa			
Medición	Hora	Señal de referencia	Señal de salida	Margen de error
Nº	hh:mm	us (pH)	es (pH)	us - es (pH)
		7		
Promedio: $E_s = \frac{\sum_1^n (us - es)}{n}$				

Fuente: Elaboración propia

- Instrumento de la intervención humana

Este instrumento es un formato que servirá para analizar la transformación de las funciones asignadas al operario debido a la implementación del sistema que se realizará en la empresa en estudio. La ficha deberá contener de manera ordenada todas las tareas realizadas por el operario durante un periodo de 15 días, describir la actividad que realizará, luego se validarán todo el tiempo total de la tarea que intervino el usuario al sistema en cada día el intervalo de tiempo mencionado, permitirá analizar su eficacia diaria. También, se encuentra una breve reseña de la función y misión del operario y el propósito de la herramienta (vea la **tabla 2**).

Tabla 2: Instrumento de la intervención humana

INSTRUMENTO PARA LA INTERVENCIÓN HUMANA					
Área:	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)				
Fecha:		Hora de inicio de jornada:	7:30		
Actividad nº:		Hora de término de jornada:	17:30		
Encargado de la actividad:		Tiempo de operación real (Ttr):	8 horas (480 minutos)		
Descripción de la actividad:	El encargado de la actividad realizará las operaciones pertinentes para mantener el sistema de neutralización de pH en óptimas condiciones, por tanto, el objetivo es determinar la intervención humana diariamente durante un periodo de 15 días.				
Autorizado por:					
Día	Descripción de la actividad	Hora de inicio	Hora de término	Tiempo de operación por el operario (To)	Índice de intervención humana $T_{ih} = \frac{T_o}{T_{tr}}$
Nº		hh:mm	hh:mm		

Fuente: Elaboración propia

- Instrumento de la disponibilidad del sistema

Este formato que permitirá entender que el sistema automático estará operativo en un rango de tiempo más prolongado. Por tanto, para verificar dicha mejora, durante 15 días el sistema se pondrá en una evaluación diaria el cual esta ficha permitirá organizar las paradas del sistema de neutralización de pH por un tema de mantenimiento o reparación de algún componente de este sistema. Se tomará en cuenta la duración de todas las paradas que se produjeron en el intervalo de tiempo, y se someterá y se evaluará la fórmula de la disponibilidad del sistema automático (vea la **tabla 3**).

Tabla 3: Instrumento de la disponibilidad del sistema

INSTRUMENTO PARA LA DISPONIBILIDAD DEL SISTEMA					
Área:	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)				
Fecha:	Hora de inicio de operaciones por día:		7:30		
	Hora de término de operaciones por día:		17:30		
Actividad n°:		Tiempo total de operación por día (Tts):		8 horas (480 minutos)	
Encargado de la actividad:					
Descripción de la actividad:	El encargado del mantenimiento se ocupará de asistir el sistema siempre y cuando éste lo requiera. El sistema fue diseñado para estar operativo durante un tiempo prolongado, por tanto, se analizará la disponibilidad del sistema diariamente durante un intervalo de 15 días.				
Autorizado por:					
Día	Descripción del mantenimiento	Hora de inicio	Hora de término	Tiempo de parada (Tpm)	Índice de disponibilidad $D = \frac{Tts - Tpm}{Tts}$ Donde: Tts = 480 min
Nº		hh:mm	hh:mm	hh:mm	

Fuente: Elaboración propia

- Instrumento de la eficacia

Este formato tiene por finalidad los resultados finales del sistema, y la principal función de esta implementación, que sería validar si el sistema automático estaría cumpliendo con neutralizar las aguas residuales de la empresa textil en estudio. Para corroborarlo, es necesario realizar la revisión de las lecturas de pH visualizadas en el controlador, en un periodo de 15 días de tiempo total evaluado diariamente la jornada laboral del operario en la empresa en estudio.

El intervalo de tiempo entre cada lectura será de 10 minutos, por lo que se obtendrán 58 lecturas en total, que continuamente serán sometidas a la dimensión eficacia y se analizará cuanto tiempo las aguas residuales neutralizadas están en el rango de 6 a 8 (pH) propuesto en la presente investigación, que es inferior al rango estipulado en el decreto supremo de vivienda (DS- 008-2012-VIVIENDA), donde

menciona que el rango para la salida de aguas residuales al alcantarillado municipal es desde el pH 6 a 9 (vea la **tabla 4**).

Tabla 4: Instrumento de eficacia

INSTRUMENTO PARA LA EFICACIA DEL SISTEMA DE NEUTRALIZACIÓN DE PH						
Área:	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)					
Fecha:	Hora de inicio de actividad:		07:31			
	Hora de término de actividad:		17:01			
	Tiempo total disponible:		9,5 horas (570 minutos)			
Actividad nº:		Rango objetivo de pH:	mínimo:	6	máximo:	8
Encargado de la actividad:						
Descripción de la actividad:	El encargado de la actividad recopilará las lecturas de pH dadas por el controlador, estas lecturas se validarán si están o no en el rango de pH establecido por la empresa.					
Intervalo de tiempo entre mediciones:	10 minutos		Total de mediciones (Tm):	58		
Autorizado por:	La empresa en estudio					
Medición	Hora	Lectura de PH		¿La Lectura se encuentra en el rango de 6 a 8? SI/NO		
Nº	hh:mm					
Nota:	Las lecturas de pH extraídas son previamente analizadas por el controlador, con el algoritmo integrado en su memoria capaz de obtener el valor de pH resultante en el transcurso de cada 10 minutos; por tanto, si la lectura de pH está en el rango de 6 a 8, se considera que todo el intervalo de tiempo haya estado en el rango permitido					
Total de resultados dentro del rango (Ten):						
Índice de eficacia:			$Efi = \frac{T_{en}}{T_m}$			

Fuente: Elaboración propia

3.4.3. Validez

La validez de los instrumentos de esta investigación es el juicio de expertos, conformado por 3 profesionales ingenieros industriales, quienes por medio de su experiencia y conocimiento sercioran la confianza del uso de los instrumentos y si son pertinentes para cada dimensión. Por tanto, se valida los instrumentos con los 3 expertos, para que puedan dar su punto de vista de acuerdo a la pertinencia, relevancia y claridad del formato de los instrumentos. Los resultados fueron satisfactorios para el autor de la investigación, siendo los resultados aprobatorios en los 3 aspectos de la investigación notando la conformidad de los profesionales, estos documentos pueden verse en el **anexo 8**.

Tabla 5: Juicio de expertos

Especialidad	Resultados		
	Pertinencia	Relevancia	Claridad
Ing. Industrial	Si	Si	Si
Ing. Industrial	Si	Si	Si
Ing. Industrial	Si	Si	Si

Fuente: Elaboración propia utilizando información de juicio de expertos

3.4.4. Confiabilidad

Las actividades y lecturas verídicas realizadas por el operario/técnico que son el soporte a este sistema automático implementado en la empresa en estudio, donde estas actividades han sido autorizadas por el ingeniero de planta de la empresa textil a intervenir, han logrado ser medidas utilizando los instrumentos de **intervención humana** y **disponibilidad**. Estos instrumentos de medición son generados a base de las teorías pre-existentes y ampliamente aceptadas por profesionales, gracias a ello, la confiabilidad de estos instrumentos no serán medidos.

No obstante, los instrumentos de **exactitud** y **eficacia**, que también vienen a ser instrumentos teóricos, la colecta de sus datos es gracias al **sensor de pH** integrado en el sistema de control automático, siendo un instrumento electrónico, por tanto este instrumento ha sido verificado su confiabilidad con certificaciones propias de la empresa WALCHEM, quien es sus especificaciones, la precisión de este sensor es de $\pm 0,01$ pH siempre y cuando esté debidamente calibrado, adicional a ello también dispone de la certificación internacional de los estándares **EMC EN61000-4-6,-3** (Walchem Corporation et al. 2008, p. 2) Adicional a ello, el sensor de pH dispone de los estándares **CE EMC EN 61326-1**, tanto el controlador como el sensor disponen de los requisitos de compatibilidad electromagnética que sirven para garantizar la funcionalidad de equipos para medición y prueba, control y usos de laboratorios (ISO 2006).

3.5. Procedimientos

3.5.1. Diagnóstico de la empresa textil

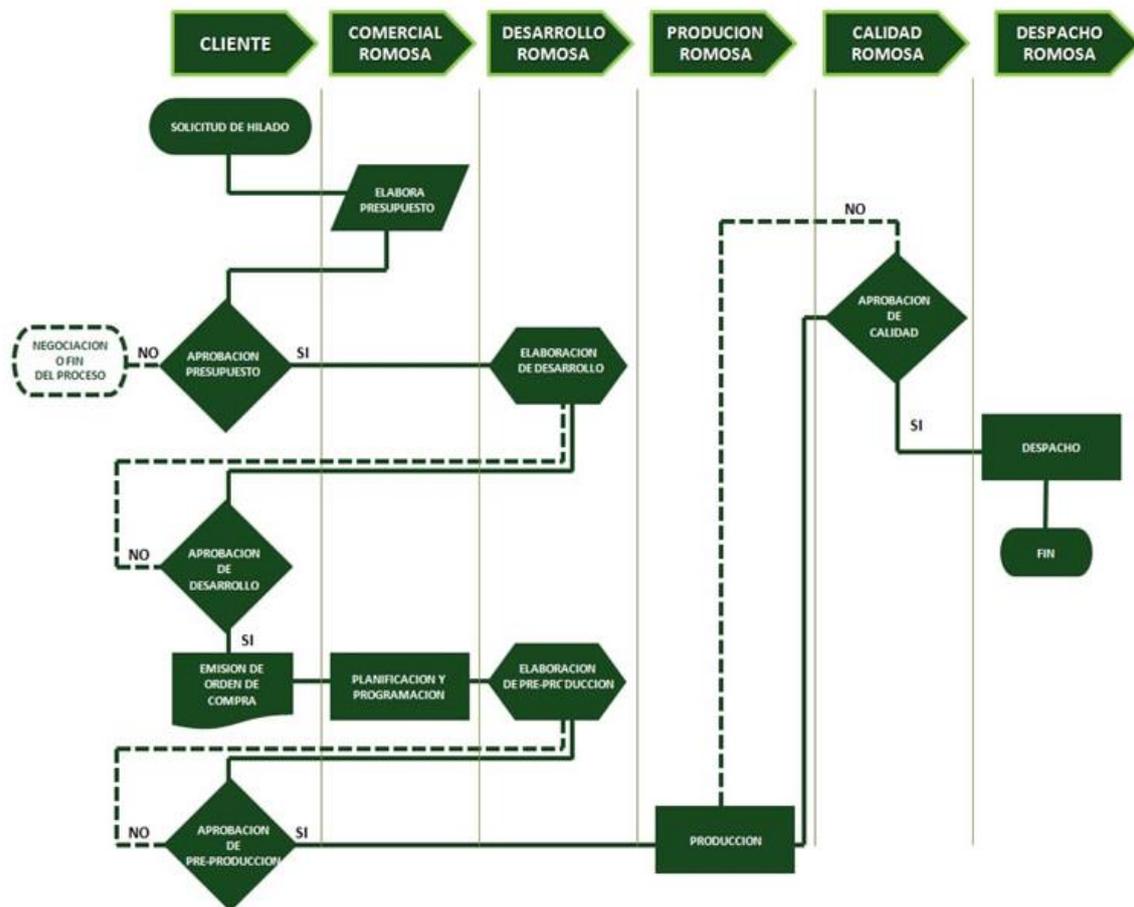
A. Descripción de una empresa textil ubicada en Lima

La empresa textil ubicada en Lima, es una empresa dedicada a procesar algodón y poliéster, transformándolo en hilados con mezclas especiales para tejidos de punto utilizando tecnologías de teñido para penetrar el hilado de tal precisión y durabilidad en cada uno de sus distintos colores.

El producto resultante, puede diferenciarse por el estado del teñido, ya sea el estilo crudo (el cardado o peinado) o el estilo Melange Heather; el tejido resultante de estas distintas clases de teñido nos dan las variadas combinaciones de colores posibles, por tanto el uso del químico para este teñido, siendo el proceso de vital importancia para la producción y también el que dispone de recurso hídrico en grandes cantidades, es de alta concentración. Por consecuencia, el agente contaminante en las aguas residuales esencialmente por este proceso, es que resulta con una mayor concentración.

Las empresas textiles se dedican en la búsqueda de clientes potenciales, ya que, estos son los principales objetivos de producción de estas pequeñas y grandes empresas dedicadas a generar altos volúmenes de producción para que las máquinas de su proceso de producción se utilicen y justifiquen este uso con respecto a la cantidad que van a procesar. Por tanto, estas empresas buscan utilizar la maquinaria, los servicios de luz y agua, y la utilización de sus químicos de la manera más óptima posible.

Figura 5: Flujograma de producción bajo pedidos de la empresa ROMOSA S.A.C.



Fuente: Extraído de la página web de ROMOSA SAC – sección de metodología de trabajo

Según la **figura 5** se presenta la forma de como una empresa textil ubicado en Lima recibe los pedidos de un cliente y evalúa el presupuesto para luego ser presentado al cliente para verificar si se procede al desarrollo de la producción. Luego de ser aprobado por el cliente, se crea una orden de compra, que es la base para comenzar a elaborar de acuerdo a lo estipulado en el desarrollo. Cada paso de la producción es validado para continuar en la siguiente etapa, por tanto, existe una aprobación por el cliente y de la empresa quien estará velando que se cumpla el desarrollo y la orden de compra del cliente, si existiera una disconformidad en alguna fase de producción, entonces se reprocessa hasta conseguir la conformidad; luego de pasar las etapas de calidad, se despacha el pedido para su pronta entrega al cliente. Es claro decir que estas empresas textiles en Lima desarrollan su producción bajo pedidos, por tanto no existe una producción que no se haya validado con una orden de compra.

B. Productos de las empresas textiles en Lima

Existen diferentes productos debido a los diferentes estilos de teñido y de recursos que se utilicen para elaborar los hilos, entre los más conocidos se encuentra el ya mencionado estilo Melange Heather quien se destaca por la degradación de los colores y su singular aspecto de color, esto se debe a la elaboración del hilo con algodón y el poliéster, entonces dependiendo de la forma de combinar estos dos materiales se producen los distintos efectos de los colores de este estilo, creando y generando diferentes tipos.

Figura 6: Producto con estilo Melange Heather de la empresa ROMOSA S.A.C.



Fuente: Extraído de la pagina web de ROMOSA SAC – sección de productos

También, existe el hilo en color crudo quien se destaca por la profundidad de un color entero en el hilo, dando un producto con colores vivos y de alta penetrabilidad del color en el hilado debido a que es un hilo netamente de algodón.

Figura 7: hilado con estilo crudo de la empresa La Colonial S.A.C.



Fuente: Extraído de la pagina web de La Colonial S.A.C. – sección de productos

Para elaborar las distintas clases de hilados, también viene involucrado el recurso que se va a procesar, resultando un producto de algodón, poliéster o una combinación de ambos materiales. La diferencia se encuentra en la cantidad de agua se va a utilizar en cada uno de los productos, para teñir un hilo de solo algodón se necesita más agua que al teñir un hilo de poliéster y también de algodón y poliéster.

Figura 8: Sistema de inyección de la máquina teñidora en la empresa ROMOSA S.A.C.

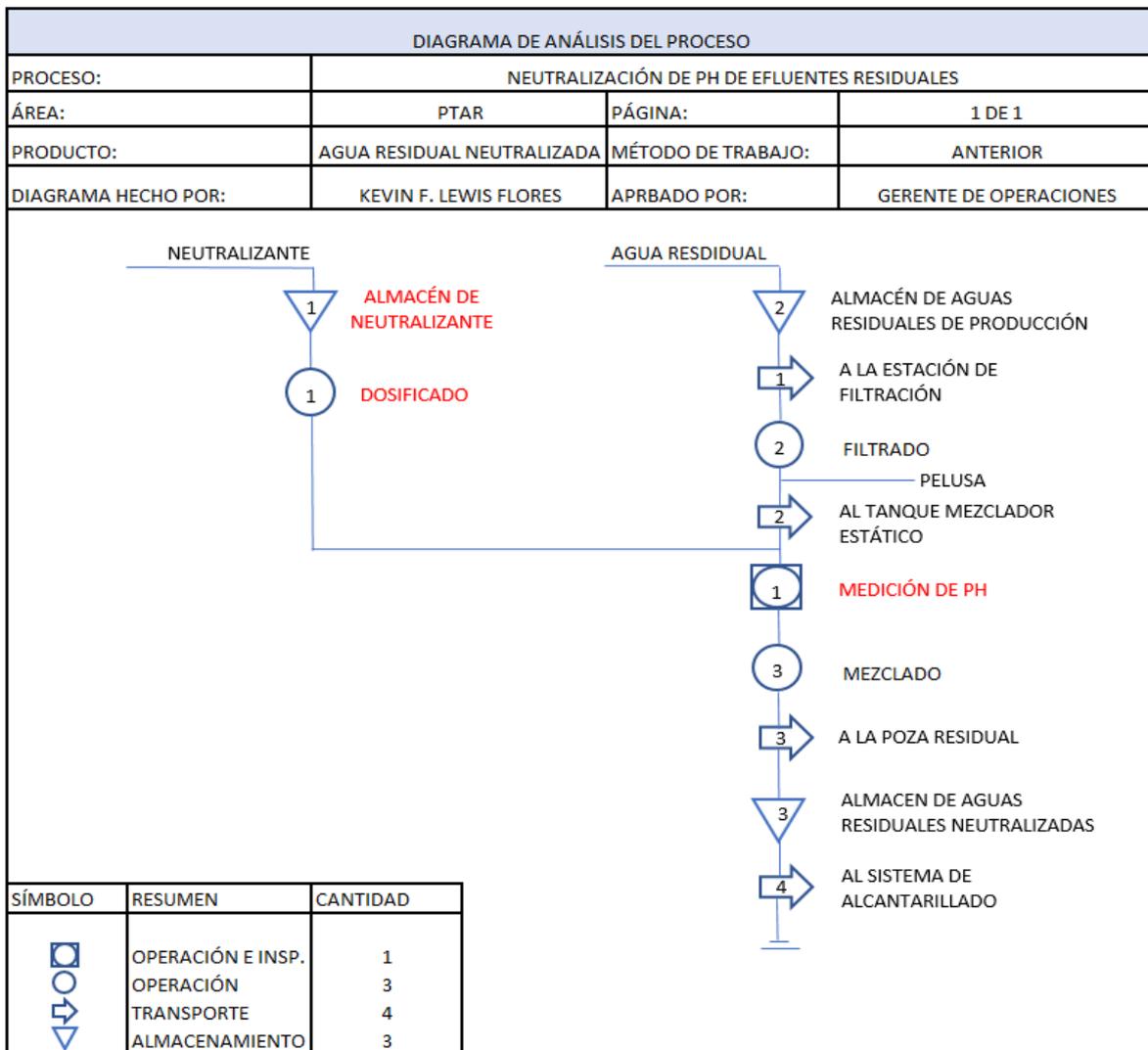


Fuente: Elaboración propia

C. Descripción del proceso de neutralización de aguas residuales textiles

El proceso de neutralización de la empresa en estudio contiene los elementos básicos de neutralización como el medio de enviar los efluentes residuales, la filtración para minimizar los sólidos y el depósito para el proceso de neutralización de pH. Esta PTAR es última fase para los residuos líquidos de cada maquinaria, por tanto se encuentran de manera anexa a los procesos de producción, ya que esta área no generan valor añadido al producto, pero si genera valor al aporte y compromiso con el medio ambiente y en conformidad con los parámetros del anexo 2 de los Valores Máximos Admisibles (VMA)

Figura 9: DAP del proceso de neutralización de pH



Fuente: Elaboración propia

En la **figura 9** describe el análisis del proceso de neutralización de pH, en ella se puede observar las que las operaciones y el insumo en color **rojo**, describen actividades no automatizadas, realizadas y controladas por un operario, y las de color **negro** representan las operaciones que se realizan de manera automática. Comienza con el llenado de la **poza residual de producción**, el cual una bomba sumergible ubicada dentro de la poza de efluentes residuales donde se almacena los efluentes salientes de todas las máquinas ubicadas en la planta de producción.

Esta **bomba sumergible** es activada de manera automática bajo la condición de un **control de nivel** que es la boya de mercurio, la bomba succiona y expulsa el efluente residual desde la poza de producción hasta la estación de filtración.

Figura 10: Línea del efluente (tubería) residual ingresando al PTAR



Fuente: Elaboración propia

Luego de que el efluente haya llegado al PTAR como se visualiza en la **figura 10**, este pasa por una **estación de filtración** que dispone de una malla con un micraje específico. La función de la estación es eliminar la pelusa restante del efluente residual antes de neutralizar drenando el efluente residual cayendo en la malla en forma de una cascada, luego este efluente ya filtrado pasa al depósito de dicha estación.

Cuando el depósito se llena, por forma de rebose y con ayuda de la gravedad, el efluente pasa de la estación de filtrado al tanque mezclador estático como se puede apreciar en la **figura 11**.

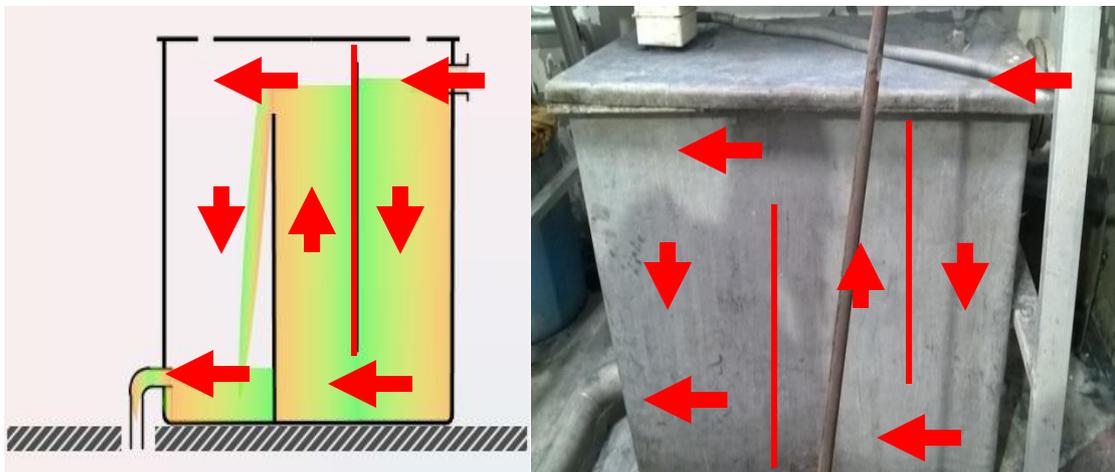
Figura 11: Estación de filtración del efluente residual



Fuente: Elaboración propia

El **tanque mezclador estático** es un depósito estacionario elaborado de fibra de vidrio, material utilizado para resistir altas temperaturas y químicos altamente peligrosos, ubicado estratégicamente antes pozo de aguas residuales con una dinámica simple que trata de desplazar el agua hacia la parte inferior del tanque con ayuda de 2 tabiques instalados, uno delante de otro, permitiendo que el agua circule por debajo del primer tabique, luego la masa de agua residual sube hasta superar el segundo tabique cayendo como cascada hacia el tercer espacio, esto causa que antes de que los efluentes salgan del tanque mezclador homogenizando el pH resultante, esta dinámica se puede entender mejor gracias a la **figura 12** a continuación.

Figura 12: Tanque mezclador estático



Fuente: Elaboración propia utilizando el programa Microsoft Visio

Todas las acciones físicas explicadas sobre el tanque mezclador es por dos razones principales.

La estrategia que utilizan para introducir la dosis de neutralizante es la **inyección** a través de la **bomba dosificadora** con un diafragma permitiendo la succión de una cantidad de neutralizante, para luego ser expulsado por este mismo, para que esta función se cumpla, están instaladas dos mangueras de polietileno que permitan el desplazamiento del neutralizante Dynafloc (una para succión y otra para inyección).

El uso de esta bomba dosificadora es **manual**, sin embargo **no existe un procedimiento de dosificación, es a juicio del trabajador** el activar o detener este elemento **actuador** y controla el consumo del **neutralizante**, ambos se encuentran fuera de la PTAR, para que sea de fácil desplazamiento al montacargas que entrega el metro cúbico de neutralizante desde almacén hasta el espacio utilizado fuera de la PTAR. Al manipular esta bomba dosificadora, existe una **alta exposición del personal ante riesgo químico (neutralizante, agua residual, vapores, etc).**

Figura 13: Neutralizante Dynafloc y bomba dosificadora



Fuente: Elaboración propia

Esta bomba dosificadora trabaja directamente con el neutralizante, en caso este se acabase, la bomba solo succionaría aire y no se produciría la neutralización de los efluentes residuales. Actualmente **no se percibe el control del consumo de neutralizante.**

Figura 14: Línea de efluentes residuales neutralizados y la poza de aguas residuales



Fuente: Elaboración propia

En la última etapa del proceso de neutralización, se encuentra una **segunda bomba sumergible** para que, bajo la condición de otro **control de nivel**, se active para retirar el agua residual neutralizada directo hacia las afueras de la empresa textil en estudio, es decir, al sistema de alcantarillado.

En cuanto a la **intervención humana** dentro de este proceso de neutralización de efluentes, un operario solo toma la medición de ph y solo **se realiza la corrección de la dosificación del neutralizante solo cuando hay cambios en la producción**, sin embargo, este es un procedimiento ambiguo sabiendo que no se sabe con certeza si el operario lo está ejecutando de la manera adecuada, ni tampoco se puede predecir que en todo momento esta saliendo agua residual con el pH dentro del rango entre 6 a 9 de acuerdo a lo establecido en el decreto supremo de vivienda.

Asi también, el operario elabora la **medición de pH** retirando la tapa del tanque mezclador estático y sumerge el **peachímetro de poca confiabilidad** o retira un extracto del efluente residual en un recipiente y luego mide el pH. No obstante, esta acción de medición de pH es ajeno a la activación de la primera bomba sumergible, esto genera que el efluente salga de este tanque mezclador sin ser neutralizado.

Este sistema si bien tiene componentes no tan complejos que permiten que cualquier operario disponible de áreas colindantes realicen esta labor de **medir y prender/apagar la bomba sumergible**, adicional a ello el operario **no cuenta con un registro continuo del comportamiento del pH**. Todo lo mencionado genera que el operario asignado por un agente superior a el, afronte un riesgo potencial ajeno a sus funciones estipuladas por la empresa, a su vez, este individuo posee poco o básico conocimiento sobre el proceso de neutralizar.

La PTAR es un área con el **espacio confinado** lleno de tuberías con altas temperaturas y agujeros que salen vapor intenso de los calderos, por tanto esto genera que el operario tenga lta exposición del **personal ante riesgo físico (caídas de nivel, altas temperaturas, ruidos constantes, etc)**, son dificultades para realizar la medición de pH, otro motivo por el cual el operario esta en peligro de su integridad es la cercanía al pozo de agua residual como se aprecia en la **figura 14**, el usuario puede sufrir una caída a desnivel esto produciría lesiones y golpes, también este efluente por lo general esta pasando los 60 grados de temperatura, esto puede generar quemaduras graves en el operario.

El pozo de aguas residuales se expulsa un vapor caliente debido a las altas temperaturas que salen desde la poza de efluentes residuales, estas condiciones de trabajo del operario asignado se puede apreciar en la **figura 15**.

Figura 15: Vapor caliente saliente de la poza de aguas residuales



Fuente: Elaboración propia

Es importante saber que **no hay un personal asignado para la revisión permanente del sistema de neutralización de pH**, es decir, no existe un supervisor o un trabajador específicamente para esta actividad, es por ello que **no existe un mantenimiento** en esta área poco transitada.

Coordinaciones y conformidad de la empresa en estudio

La investigación cuenta con un principio de respeto a la integridad de información que nos brinden la empresa en estudio, por ende el autor cuenta con acceso confidencial el nombre y los datos que puedan ser pertinentes para la investigación; ello no es limitante para la implementación que se realizó, incluso se percibe la proactividad de los operarios involucrados en la PTAR.

Así también, se coordinó con la empresa INGENIA para la utilización de sus productos con la finalidad de realizar una post venta de los accesorios que se solicitaron en la propuesta de mejora.

Cronograma de la investigación

El autor ha planificado esta investigación desde el análisis de la situación de la empresa, identificación del proceso y también la percepción del problema en sí, siendo estos los cimientos de la investigación, continuando con el análisis de las causas que generan el problema.

Luego se ha procedido a plantear las herramientas necesarias para la solución del problema general, para luego describir la situación actual de la empresa en estudio y del proceso que se va a mejorar.

Se instaló en primera instancia y solo para fines académicos, la planificación e instalación de un controlador y un sensor de pH marca WALCHEM, gracias a esta actividad previa se procede a obtener los resultados pre-test.

Continuando con la investigación, se procede a planificar las 3 primeras fases para integrar un sistema automático, fases cruciales para proponer el diseño, requerimiento, las modificaciones del proceso en la PTAR, las funciones designadas al operario y también las actividades adicionales que dispondría el nuevo sistema automático.

Se ah determinado que se necesita una verificación del funcionamiento del sistema, la cual fue realizada las 2 semanas después de haber terminado la implementacion de la mejora.

El autor extrajo la memoria data del controlador de todo el post-test resultante de las 3 semanas del post-test, para luego analizarlos, compararlos con el pre-test y redactar los históricos en la investigación.

Tabla 6: Cronograma de la investigación

N°	Actividades	Febrero		Marzo		Abril		Mayo		Junio		Julio		Agosto		Setiembre		Octubre		Noviembre		Diciembre			
		S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
		1	Análisis de la situación de la empresa	■																					
2	Identificación del proceso y del problema		■																						
3	Análisis de causas			■																					
4	Planteamiento de herramientas de solución				■																				
5	Descripción breve de la empresa y del proceso					■																			
6	Planificación de instalación de equipos para pre-test						■																		
7	Instalación del controlador y sensor de pH para el análisis post-test							■																	
8	Elaboración del pre-test								■																
9	Propuesta de mejora									■															
10	Planificación de las 3 primeras fases para integrar un sistema automático										■														
11	Coordinaciones con la empresa sobre la instalación y ubicación de cada equipo											■													
12	Compra y adquisición de los equipos y materiales para la implementación de la mejora												■												
13	Implementación del sistema de control automático													■											
14	Verificación del funcionamiento														■										
15	Elaboración del post-test															■									
16	Análisis de datos del pre y post-test																■								
17	Redacción de resultados y entrega al jurado																	■							
18	1° jornada de investigación																		■						
19	Descripción de resultados																			■					
20	Discusión de resultados y redacción final de tesis																				■				
21	Presentación final de tesis																					■			
22	Revisión y evaluación del jurado																						■		
23	2° jornada de investigación																							■	

Fuente: Elaboración propia

3.5.2. Primera observación:

Es necesario precisar de que no se tienen registros del pH saliente a la red pública, es por ello que con ayuda de un controlador marca WALCHEM. Este dispositivo es el autómata programable que necesita el sistema para acatar una programación estratégica para obtener un resultante en el rango determinado por la empresa y justificado en esta investigación. Este autómata programable es brindado por la empresa INGENIA S.A. (distribuidora autorizada de la marca) e instalado por el investigador cuyo propósito es obtener la data del pH del efluente previamente dosificado con el Dynafloc, por tanto se coloca en una primera instancia y por fines de la investigación, solo la acción de medir el efluente dosificado con un sensor de pH suministrado también por INGENIA S.A.

Esta colaboración del controlador y el sensor de nivel de la empresa distribuidora es debido a que esta organización pretende vender estos productos posteriormente luego de comprobar que el sistema funcione y haya obtenido resultados esperados en la investigación como un kit agregado a este sistema.

Adicionalmente, se desarrolla con ayuda de los instrumentos de disponibilidad y eficacia del sistema y la guía de la entrevista para desarrollar el pre-test.

Pre-test

Memoria Datalog

Para el seguimiento del control de pH, se ha evaluado la memoria de data integrada en el controlador, para descifrar la información, se tuvo que utilizar el programa Microsoft Excel y organizar los datos obtenidos. A continuación presentará un extracto de estas lecturas (**anexo 9**) enfocándonos en las primeras lecturas realizadas en la jornada laboral el 18 de Marzo donde se revelará las lecturas de pH de cada 10 minutos dentro del horario laboral. El controlador recolecta en la memoria data: la fecha, la hora y la lectura de pH para su respectivo análisis de su comportamiento.

Tabla 7: Memoria data del 18 de Marzo, 2020

Fecha	Hora	pH
18-Mar-20	7:31:07	4,37
18-Mar-20	7:41:07	4,48
18-Mar-20	7:51:07	4,83
18-Mar-20	8:01:07	6,69
18-Mar-20	8:11:07	7,86
18-Mar-20	8:21:07	7,86
18-Mar-20	8:31:07	8,33
18-Mar-20	8:41:07	8,15
18-Mar-20	8:51:07	8,43
18-Mar-20	9:01:07	8,29
18-Mar-20	9:11:07	7,99
18-Mar-20	9:21:07	8,23
18-Mar-20	9:31:07	8,45
18-Mar-20	9:41:07	8,24
18-Mar-20	9:51:07	8,98
18-Mar-20	10:01:07	8,58
18-Mar-20	10:11:07	8,82
18-Mar-20	10:21:07	9,68
18-Mar-20	10:31:07	9,89
18-Mar-20	10:41:07	9,94
18-Mar-20	10:51:07	9,60
18-Mar-20	11:01:07	10,00
18-Mar-20	11:11:07	9,40
18-Mar-20	11:21:07	9,11
18-Mar-20	11:31:07	9,59
18-Mar-20	11:41:07	9,20
18-Mar-20	11:51:07	10,00
18-Mar-20	12:01:07	9,61
18-Mar-20	12:11:07	9,14
18-Mar-20	12:21:07	10,38
18-Mar-20	12:31:07	9,65

18-Mar-20	12:41:07	10,39
18-Mar-20	12:51:07	10,13
18-Mar-20	13:01:07	9,80
18-Mar-20	13:11:21	9,75
18-Mar-20	13:21:21	10,24
18-Mar-20	13:31:21	9,50
18-Mar-20	13:41:21	10,04
18-Mar-20	13:51:21	10,23
18-Mar-20	14:01:21	9,51
18-Mar-20	14:11:21	9,94
18-Mar-20	14:21:21	10,03
18-Mar-20	14:31:21	10,77
18-Mar-20	14:41:21	10,85
18-Mar-20	14:51:21	11,50
18-Mar-20	15:01:21	11,54
18-Mar-20	15:11:21	11,69
18-Mar-20	15:21:21	11,36
18-Mar-20	15:31:21	11,33
18-Mar-20	15:41:21	11,02
18-Mar-20	15:51:21	11,10
18-Mar-20	16:01:21	10,94
18-Mar-20	16:11:21	11,24
18-Mar-20	16:21:21	11,10
18-Mar-20	16:31:21	10,94
18-Mar-20	16:41:21	10,69
18-Mar-20	16:51:21	10,70
18-Mar-20	17:01:21	10,74

Fuente: Elaboración propia con información de la memoria data del controlador

Pre-test de la exactitud del sistema

Para medir un sistema de control automático, es necesario detectar que tan preciso este puede llegar a ser, por tanto se determinará la exactitud del sistema antes de que existiera los componentes que lo convierte en un control automático. Se tomaron los datos de la memoria data recolectada el 18 de Marzo de 2020 (**tabla 7**), siendo la data de uno de los 15 días del pre test, analizados en el **anexo 10**, para esta dimensión y se llenó el instrumento de exactitud del sistema, los 58 resultados se ilustran en la siguiente tabla.

Tabla 8: Resultados del instrumento para la exactitud del sistema

INSTRUMENTO PARA LA EXACTITUD DEL SISTEMA DE NEUTRALIZACIÓN DE PH				
Área:	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)			
Fecha:	18 / Marzo / 2020	Hora de inicio de actividad:	7:31	
Actividad n°:	14	Hora de término de actividad:	17:01	
		Tiempo total de actividad:	9,5 horas (570 minutos)	
Encargado de la actividad:		Roberto		
Descripción de la actividad:	El encargado de la actividad tomará las lecturas de pH visualizadas en el controlador del sistema de neutralización de aguas residuales, también evaluará la exactitud de neutralización durante una jornada laboral.			
Intervalo de tiempo entre mediciones:		10 min	Total de mediciones:	58
Autorizado por:		La empresa en estudio		
Medición	Hora	Señal de referencia	Señal de salida	Margen de error
N°	hh:mm	us (pH)	es (pH)	us - es (pH)

1	7:31:07	7	4,37	2,63
2	7:41:07	7	4,48	2,52
3	7:51:07	7	4,83	2,17
4	8:01:07	7	6,69	0,31
5	8:11:07	7	7,86	0,86
6	8:21:07	7	7,86	0,86
7	8:31:07	7	8,33	1,33
8	8:41:07	7	8,15	1,15
9	8:51:07	7	8,43	1,43
10	9:01:07	7	8,29	1,29
11	9:11:07	7	7,99	0,99
12	9:21:07	7	8,23	1,23
13	9:31:07	7	8,45	1,45
14	9:41:07	7	8,24	1,24
15	9:51:07	7	8,98	1,98
16	10:01:07	7	8,58	1,58
17	10:11:07	7	8,82	1,82
18	10:21:07	7	9,68	2,68
19	10:31:07	7	9,89	2,89
20	10:41:07	7	9,94	2,94
21	10:51:07	7	9,60	2,60
22	11:01:07	7	10,00	3,00
23	11:11:07	7	9,40	2,40
24	11:21:07	7	9,11	2,11
25	11:31:07	7	9,59	2,59
26	11:41:07	7	9,20	2,20
27	11:51:07	7	10,00	3,00
28	12:01:07	7	9,61	2,61
29	12:11:07	7	9,14	2,14
30	12:21:07	7	10,38	3,38
31	12:31:07	7	9,65	2,65
32	12:41:07	7	10,39	3,39

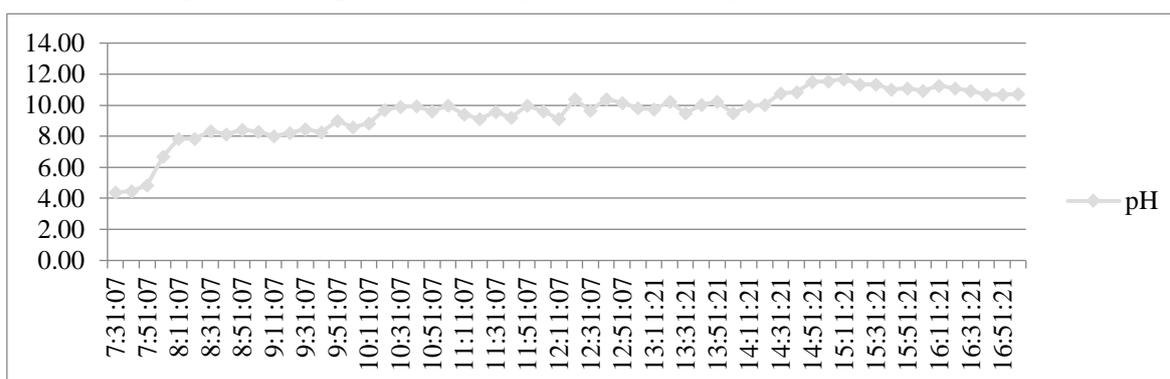
33	12:51:07	7	10,13	3,13
34	13:01:07	7	9,80	2,80
35	13:11:21	7	9,75	2,75
36	13:21:21	7	10,24	3,24
37	13:31:21	7	9,50	2,50
38	13:41:21	7	10,04	3,04
39	13:51:21	7	10,23	3,23
40	14:01:21	7	9,51	2,51
41	14:11:21	7	9,94	2,94
42	14:21:21	7	10,03	3,03
43	14:31:21	7	10,77	3,77
44	14:41:21	7	10,85	3,85
45	14:51:21	7	11,50	4,50
46	15:01:21	7	11,54	4,54
47	15:11:21	7	11,69	4,69
48	15:21:21	7	11,36	4,36
49	15:31:21	7	11,33	4,33
50	15:41:21	7	11,02	4,02
51	15:51:21	7	11,10	4,10
52	16:01:21	7	10,94	3,94
53	16:11:21	7	11,24	4,24
54	16:21:21	7	11,10	4,10
55	16:31:21	7	10,94	3,94
56	16:41:21	7	10,69	3,69
57	16:51:21	7	10,70	3,70
58	17:01:21	7	10,74	3,74
Promedio: $E_s = \frac{\sum_1^n (us - es)}{n}$				2,76

Fuente: Elaboración propia

Los resultados dieron a entender que el sistema alcanza una exactitud de neutralización de $\pm 2,76$ pH, esto significa una oscilación amplia en los resultados de la

neutralización de pH puesto que el promedio de los resultados menores al pH 7 (valor objetivo) son de pH 4,24 y los resultados mayores son 9,76. Ampliando esta deducción, son intervalos muy cortos en el que el agua residual sale con pH neutralizado de la empresa en estudio.

Figura 16: Diagrama del comportamiento del pH extraído de la tabla 8



Fuente: Elaboración propia con información de la memoria data del controlador

En la **figura 16** se aprecia un comportamiento de acidez en el agua que ingresa a la PTAR, luego el pH se eleva a un promedio entre 8 y 8,5 durante 2 horas (12 tomas), luego de ello se visualiza un elevado valor de pH permaneciéndose por el resto de la jornada laboral un efluente alcalino. Lo peculiar de esta actividad, es que el efluente residual analizado de la empresa en estudio, es naturalmente alcalino, a pesar de que la maquina de teñido genera residuos hídricos ácidos, los procesos del lavado y fijación de los hilos son en mayor cantidad, por tanto los residuos resultantes después de que ambos efluentes (alcalinos y ácidos) se junten en la poza de efluentes en la planta de producción, van a terminar resultando ser un efluente alcalino, sin embargo se observa una deficiencia de neutralización, pudiendo dañar el sistema de alcantarillado publico.

Visita a la empresa en estudio

Para el desarrollo de la situación que presenta la empresa en estudio, se recolectaron datos gracias a la visita a la empresa en estudio y entablar una conversación con el operario para identificar las operaciones que realiza como función adicional de encargarse en la PTAR, a su vez se ah recolectado la medición de la variable

del proceso (pH) gracias a la previa instalación del controlador y el primer posicionamiento del sensor mencionado en la **figura 24** mencionado más adelante.

Se tuvo una conversación con el señor Carlos, un operario quien desarrolla su labor en la planta de producción y adicionalmente a ello, realiza la medición y control de los efluentes residuales que ingresan a la PTAR, por tanto, la información que se recolecte de este usuario es indispensable para indentificar cuales son sus **funciones** y sus **estimaciones de tiempo**.

En la charla se detecta la ambigüedad de sus procedimientos empíricos, y la ausencia de una medición confiable para elaborar la neutralización de pH de efluentes residuales, también indica que realizó un único mantenimiento mensual al tanque mezclador estático el día 9 de Marzo de 2020 y se le enseñó por primera vez como calibrar su peachímetro (cortesía del técnico de INGENIA S.A.) el día 16 de Marzo de 2020, sin embargo, no se percibe el mantenimiento de la bomba dosificadora, esta operación escapa de sus operaciones rutinarias por falta de conocimiento sobre este equipo. El operario empieza su jornada laboral a las 07:30 horas y termina a las 17:00 horas, con un receso de 1,5 horas siendo un total de 8 horas.

Pre-test de la intervención humana del sistema

Con los datos extraídos de la interacción que hubo entre el operario y el autor, se pudo extraer la información necesaria para verificar la intervención diaria del sistema, contabilizando solo las paradas que se realizaron por mantenimiento o una reparación, sin embargo no se esta contando las operaciones de proceso de neutralización de pH debido a que el operario esta asistiendo el sistema intermitentemente y de manera paralela a sus actividades rutinarias.

Tabla 9: Resultado del instrumento para la intervención humana del sistema

INSTRUMENTO PARA LA INTERVENCIÓN HUMANA					
Área:	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)				
Fecha:	05 al 19 de Marzo de 2020	Hora de inicio de jornada:		7:30	
Actividad n°:	1	Hora de término de jornada:		17:00	
Encargado de la actividad:	Roberto	Tiempo de operación real (Ttr):		8 horas (480 minutos)	
Descripción de la actividad:	El encargado de la actividad realizará las operaciones pertinentes para mantener el sistema de neutralización de pH en óptimas condiciones, por tanto, el objetivo es determinar la intervención humana diariamente durante un periodo de 15 días.				
Autorizado por:	La empresa en estudio				
Día	Descripción de la actividad	Hora de inicio	Hora de término	Tiempo de operación por el operario (To)	Índice de intervención humana $T_{ih} = \frac{T_o}{T_{tr}}$ Donde: Ttr = 480 min
Nº		hh:mm	hh:mm		
05 / Marzo / 20	No hubo actividad	-	-	0:00	0,00
06 / Marzo / 20	No hubo actividad	-	-	0:00	0,00
07 / Marzo / 20	No hubo actividad	-	-	0:00	0,00
08 / Marzo / 20	No hubo actividad	-	-	0:00	0,00
09 / Marzo / 20	Mantenimiento al tanque mezclador estático	8:00	11:00	3:00	0,38
10 / Marzo / 20	No hubo actividad	-	-	0:00	0,00
11 / Marzo / 20	No hubo actividad	-	-	0:00	0,00
12 / Marzo / 20	No hubo actividad	-	-	0:00	0,00
13 / Marzo / 20	No hubo actividad	-	-	0:00	0,00
14 / Marzo / 20	No hubo actividad	-	-	0:00	0,00
15 / Marzo / 20	No hubo actividad	-	-	0:00	0,00
16 / Marzo / 20	Calibración de peachímetro	13:30	13:50	0:20	0,03
17 / Marzo / 20	No hubo actividad	-	-	0:00	0,00
18 / Marzo / 20	No hubo actividad	-	-	0:00	0,00
19 / Marzo / 20	No hubo actividad	-	-	0:00	0,00

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior se puede observar que solo el día numero 5 y 1, fueron utilizados para realizar el mantenimiento al tanque mezclador estático y calibración del peachímetro respectivamente, el cual son sus equipos para poder realizar la dosificación constante.

En paralelo con la anterior premisa, el operario utiliza la bomba dosificadora para neutralizar los efluentes residuales, sin embargo este no ejerce un mantenimiento sobre este equipo en particular por tener la dificultad de estar expuesto al entrar en contacto con químicos altamente peligrosos, a su vez el desconocimiento de los repuestos y partes de este equipo, hace que el operario detenga su intervención.

Pre-test de la disponibilidad del sistema

Para hallar la disponibilidad del sistema antes de que se implemente la automatización, se utilizó los mismos datos que la intervención humana debido a que el trabajador ejerce el proceso de neutralización y su disponibilidad es justamente todo el tiempo que el operario está en las instalaciones de la empresa en estudio, restando el tiempo en que el se encuentra realizando el mantenimiento al tanque mezclador o al peachímetro empezando su jornada laboral desde las 07:30 horas y termina a las 17:30 horas, con un receso de 1 hora siendo un total de 8 horas que el sistema está siendo disponible y operativa, el instrumento se está calificando en un intervalo de 15 días en cada jornada laboral.

Tabla 10: Resultado del instrumento para la disponibilidad del sistema

INSTRUMENTO PARA LA DISPONIBILIDAD DEL SISTEMA					
Área:	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)				
Fecha:	05 al 19 de Marzo de 2020	Hora de inicio de operaciones por día:	7:30		
		Hora de término de operaciones por día:	17:00		
Actividad nº:	1	Tiempo total de operación por día (Tts):	8 horas (480 minutos)		
Encargado de la actividad:	Roberto				
Descripción de la actividad:	El encargado del mantenimiento se ocupará de asistir el sistema siempre y cuando éste lo requiera. El sistema fue diseñado para estar operativo durante un tiempo prolongado, por tanto, se analizará la disponibilidad del sistema diariamente durante un intervalo de 15 días.				
Autorizado por:	La empresa en estudio				
Día	Descripción del mantenimiento	Hora de inicio	Hora de término	Tiempo de parada (Tpm)	Índice de disponibilidad $D = \frac{Tts - Tpm}{Tts}$ Donde: Tts = 480 min
Nº		hh:mm	hh:mm	min	
05 / Marzo / 20	No hubo actividad	-	-	0	1,00
06 / Marzo / 20	No hubo actividad	-	-	0	1,00
07 / Marzo / 20	No hubo actividad	-	-	0	1,00
08 / Marzo / 20	No hubo actividad	-	-	0	1,00
09 / Marzo / 20	Mantenimiento al tanque mezclador estático	8:00	11:00	180	0,63
10 / Marzo / 20	No hubo actividad	-	-	0	1,00
11 / Marzo / 20	No hubo actividad	-	-	0	1,00
12 / Marzo / 20	No hubo actividad	-	-	0	1,00
13 / Marzo / 20	No hubo actividad	-	-	0	1,00
14 / Marzo / 20	No hubo actividad	-	-	0	1,00
15 / Marzo / 20	No hubo actividad	-	-	0	1,00
16 / Marzo / 20	Calibración de peachímetro	13:30	13:50	20	0,96
17 / Marzo / 20	No hubo actividad	-	-	0	1,00
18 / Marzo / 20	No hubo actividad	-	-	0	1,00
19 / Marzo / 20	No hubo actividad	-	-	0	1,00

Fuente: Elaboración propia

La disponibilidad del sistema de neutralización de pH dio como resultado que los días 5 y 12 del tiempo total de 15 días que sistema ha sido utilizado para realizar los mantenimientos detallados, reduciendo su disponibilidad en 63% y 96% respectivamente. Existe una observación ya explicado en la evaluación de la intervención humana del sistema, y es que no se percibe un mantenimiento a la bomba dosificadora, por tanto, el sistema pudo haber tenido más días en que su disponibilidad pudo haber sido afectada.

Pre-test de eficacia

Con la data obtenida el 18 de marzo del 2020 (**Tabla 7**) se insertan los datos en el instrumento para la eficacia, que determina si los valores obtenidos y analizados previamente con el instrumento para la exactitud del sistema (**Tabla 8**) cumplen con el rango planteado en esta investigación.

Tabla 11: Resultado del instrumento de eficacia

INSTRUMENTO PARA LA EFICACIA DEL SISTEMA DE NEUTRALIZACIÓN DE PH						
Área:	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)					
Fecha:	18 / Marzo / 2020	Hora de inicio de actividad:		07:31		
		Hora de término de actividad:		17:01		
		Tiempo total disponible:		9,5 horas (570 minutos)		
Actividad n°:	14	Rango objetivo de pH:	mínimo:	6	máximo:	8
Encargado de la actividad:	Roberto					
Descripción de la actividad:	El encargado de la actividad recopilará las lecturas de pH dadas por el controlador, estas lecturas se validarán si están o no en el rango de pH establecido por la empresa.					

Intervalo de tiempo entre mediciones:		10 minutos	Total de mediciones (Tm):	58
Autorizado por:		La empresa en estudio		
Medición	Hora	Lectura de PH	¿La Lectura se encuentra en el rango de 6 a 8? SI/NO	
Nº	hh:mm			
1	07:31:07	4,37	No	
2	07:41:07	4,48	No	
3	07:51:07	4,83	No	
4	08:01:07	6,69	Sí	
5	08:11:07	7,86	Sí	
6	08:21:07	7,86	Sí	
7	08:31:07	8,33	No	
8	08:41:07	8,15	No	
9	08:51:07	8,43	No	
10	09:01:07	8,29	No	
11	09:11:07	7,99	Sí	
12	09:21:07	8,23	No	
13	09:31:07	8,45	No	
14	09:41:07	8,24	No	
15	09:51:07	8,98	No	
16	10:01:07	8,58	No	
17	10:11:07	8,82	No	
18	10:21:07	9,68	No	
19	10:31:07	9,89	No	
20	10:41:07	9,94	No	
21	10:51:07	9,60	No	
22	11:01:07	10,00	No	
23	11:11:07	9,40	No	
24	11:21:07	9,11	No	
25	11:31:07	9,59	No	
26	11:41:07	9,20	No	

27	11:51:07	10,00	No
28	12:01:07	9,61	No
29	12:11:07	9,14	No
30	12:21:07	10,38	No
31	12:31:07	9,65	No
32	12:41:07	10,39	No
33	12:51:07	10,13	No
34	13:01:07	9,80	No
35	13:11:21	9,75	No
36	13:21:21	10,24	No
37	13:31:21	9,50	No
38	13:41:21	10,04	No
39	13:51:21	10,23	No
40	14:01:21	9,51	No
41	14:11:21	9,94	No
42	14:21:21	10,03	No
43	14:31:21	10,77	No
44	14:41:21	10,85	No
45	14:51:21	11,50	No
46	15:01:21	11,54	No
47	15:11:21	11,69	No
48	15:21:21	11,36	No
49	15:31:21	11,33	No
50	15:41:21	11,02	No
51	15:51:21	11,10	No
52	16:01:21	10,94	No
53	16:11:21	11,24	No
54	16:21:21	11,10	No
55	16:31:21	10,94	No
56	16:41:21	10,69	No
57	16:51:21	10,70	No
58	17:01:21	10,74	No

Nota:	Las lecturas de pH extraídas son previamente analizadas por el controlador, con el algoritmo integrado en su memoria capaz de obtener el valor de pH resultante en el transcurso de cada 10 minutos; por tanto, si la lectura de pH está en el rango de 6 a 8, se considera que todo el intervalo de tiempo haya estado en el rango permitido
Total de resultados dentro del rango (Ten):	4
Índice de eficacia: $Efi = \frac{T_{en}}{T_m}$	0,07

Fuente: Elaboración propia con información de la memoria data del controlador

La anterior tabla presenta uno de los mas bajos índices de eficacia de un total de 58 evaluaciones, reflejando que solo el 7% del tiempo total de una jornada laboral, el sistema estuvo en rango. Los resultados no son los esperados y que se deben mejorar para estar en reglamento al sistema de alcantarillado municipal. Para esta clase de lecturas y comportamientos de pH, se debe estar midiendo de manera continua y permanente, para así garantizar los resultados eficaces, es por ello que se ah analizado la eficacia durante 15 días que contiene el **anexo 11**.

3.5.3. Propuesta de la mejora

La implementación y el criterio que utilizó el autor fue con la idealización de dar solución las causas percibidas en esta investigación o en ultima instancia, disminuir el efecto que las causan.

Principalmente, se va a presentar dos propuestas para superar la problemática, uno es implementar el **sistema de dosificación y control automático**, y elaborar un **procedimiento de verificación del sistema y mantenimiento especializado tercerizado**, logrando así dar solución a las 9 causas de la investigación. Para tener un claro panorama de los efectos del desarrollo de la mejora, la **tabla 12** presenta una matriz Causa - Propuesta - Solución, donde se analizó los cambios después de implementar el sistema de control automático.

Tabla 12: Matriz Causa – Solución

N°	Causas de la baja efectividad	% Criticidad (Frecuencia)	Propuesta	Soluciones	
C1	Peachímetro poco confiable.	12,12	Sistema de dosificación y control automático.	Uso de equipos con software actualizables integrados en el sistema de dosificación y control automático	
C2	No existe un procedimiento de dosificación, es a juicio del trabajador.	20,61		Sistema de dosificación y control automático para la neutralización de pH.	
C3	Espacio confinado para efectuar la dosificación y control de pH	9,09		Disminución de actividades para el trabajador gracias al sistema de dosificación y control automático	
C4	Alta exposición del personal ante riesgo químico (neutralizante, agua residual, vapores, etc) y riesgo físico (caídas de nivel, altas temperaturas, ruidos constantes, etc).	8,48		Disminución de la exposición a riesgos del trabajador, gracias al sistema de dosificación y control automático.	
C5	Ausencia del registro continuo del comportamiento del pH	10,3		Registro automático del comportamiento del pH cada 10 minutos en el sistema de control automático.	
C6	No existe control del consumo de neutralizante.	14,55		Instalación de un sensor de nivel en el recipiente del neutralizante y una alarma en el tablero del control para que el operario realice el cambio de recipiente como parte sistema de dosificación y control automático.	
C7	Se realiza la corrección de la dosificación del neutralizante solo cuando hay cambios en la producción.	16,97		La corrección de la dosificación de pH es automático y de manera continua mediante el sistema de dosificación y control automático.	
C8	No hay personal asignado para la revisión permanente del sistema de neutralización de pH	3,64		Procedimiento de verificación del sistema y mantenimiento especializado tercerizado.	El sistema de dosificación y control automático no requiere de personal de dedicación exclusiva, apenas para verificar que el sistema esté funcionando adecuadamente mediante un procedimiento. Sin embargo, para situaciones extremas, el sistema posee dos alarmas que avisan cuando el neutralizante está por acabar o cuando el pH está fuera del rango pre-definido.
C9	No existe un mantenimiento	4,24			Se crean mantenimientos que lo ejecutará un técnico tercerizado

Fuente: Elaboración propia

3.5.4. Desarrollo de la integración del sistema automático de neutralización de pH

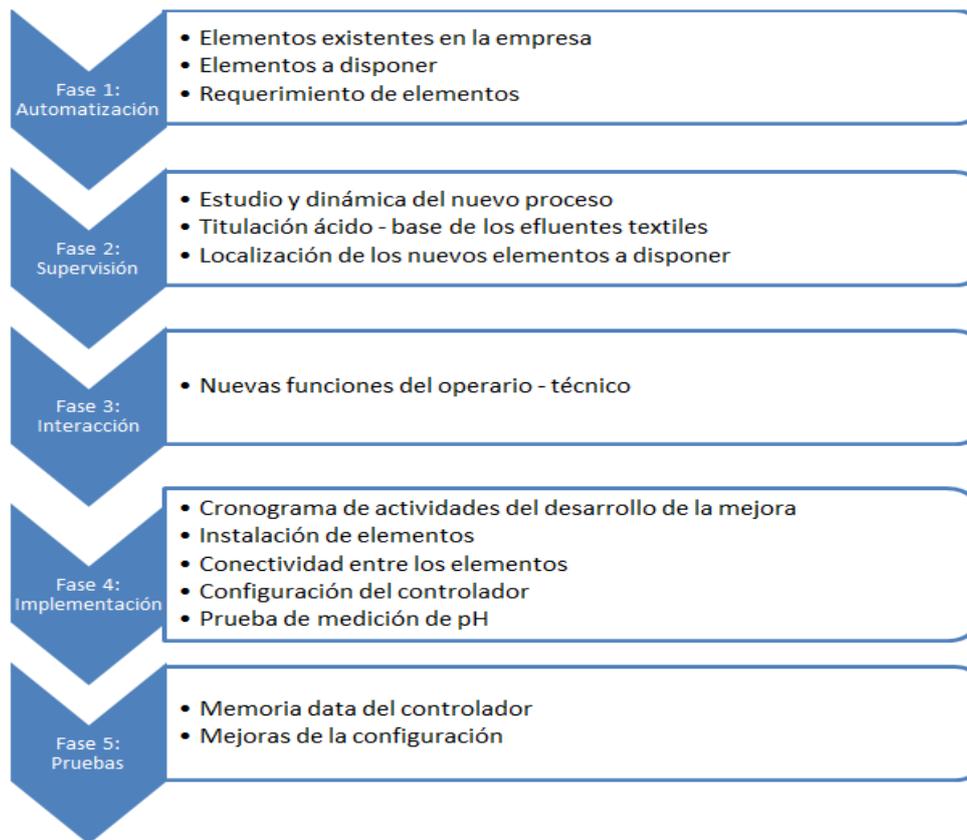
De acuerdo con la metodología de **integración de un sistema automático**, de Ponsa y Granollers, se procederá a realizar el planteamiento de las fases de integración de un sistema automático aplicados para el proceso de neutralización de pH.

Con ayuda de la implementación de este sistema, permite evaluar nuevamente la disponibilidad del sistema y la eficacia, adicionalmente a ello se verifica la precisión de la neutralización de este nuevo sistema automático evidenciando la exactitud de los parámetros de la salida de su proceso.

Para ello, es necesario coordinar con las diligencias pertinentes para que pueda permitir al autor involucrarse con el proceso que la empresa en estudio y empezar las actividades pertinentes sin intervenir con los eventos que sucedan dentro de la empresa; en la siguiente figura se plantean los puntos que se realizan en cada fase para integrar un sistema de control automático para neutralizar el pH de las aguas residuales de la empresa textil en estudio.

Existe un beneficio que el autor aspira a percibir, y es debido a que se implementará un sistema controlado y automatizado que se espera percibir un cambio con respecto al consumo del neutralizante Dynafloc, utilizando un controlador WALCHEM.

Figura 17: Fases para integrar el sistema de control automático para la neutralización de pH



Fuente: Elaboración propia

Para lograr esta implementación, se ha determinado mediante un diagrama de gantt sobre como se van a llevar las fases de la integración del sistema de control automático, explicador en la siguiente tabla.

Tabla 13: Cronograma de la integración del sistema de control automático

N°	Actividades	Mayo				Junio				Julio				Agosto			
		S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
1	Fase 1: Automatización	■															
2	Fase 2: Supervisión		■	■													
3	Fase 3: Interacción				■												
4	Coordinaciones con la epresa sobre la instalacion y ubicación de cada equipo					■	■	■									
5	Compra y adquisición de los equipos y materiales para la implementación de la mejora								■								
6	Fase 4: Implementación									■	■	■					
7	Fase 5: Pruebas													■	■		

Fuente: Elaboración propia

Fase 1: Automatización

Según Ponsa y Granollers en esta fase se tendrá que diagramar con extrema cautela un sistema que cumpla con todas las condiciones de control del proceso de neutralización de efluentes. En esta etapa se realizará el esquema de componentes de acuerdo a los elementos que estén disponibles en la empresa en estudio como los elementos que se requieran para completar un sistema automático, también los accesorios que permitan al sistema alcanzar la integración al proceso de neutralización de pH.

A. Elementos para la automatización existentes en la empresa

Para definir cual o cuales son los equipos necesarios para implementar un sistema de control automático para el proceso de neutralización de pH, es necesario revisar y describir los equipos ya instalados en la empresa en estudio, por tanto, se hará una revisión de acuerdo a la **descripción del proceso de neutralización de aguas residuales textiles**. Siendo estos los siguientes:

- Tanque mezclador estático

El tanque mezclador estático es un depósito elaborado con fibra de vidrio, altamente resistente a las reacciones químicas que se encuentren en las aguas que se depositen en el tanque. El tanque dispone de una válvula de inyección que dosifica el neutralizante gracias a la bomba dosificadora.

- Estación de filtración

La empresa en estudio dispone de una estación de filtración para la eliminación de pelusas al pozo de aguas residuales utilizando la filtración del efluente residual a través de una malla impidiendo que pasen las impurezas.

- Bomba dosificadora

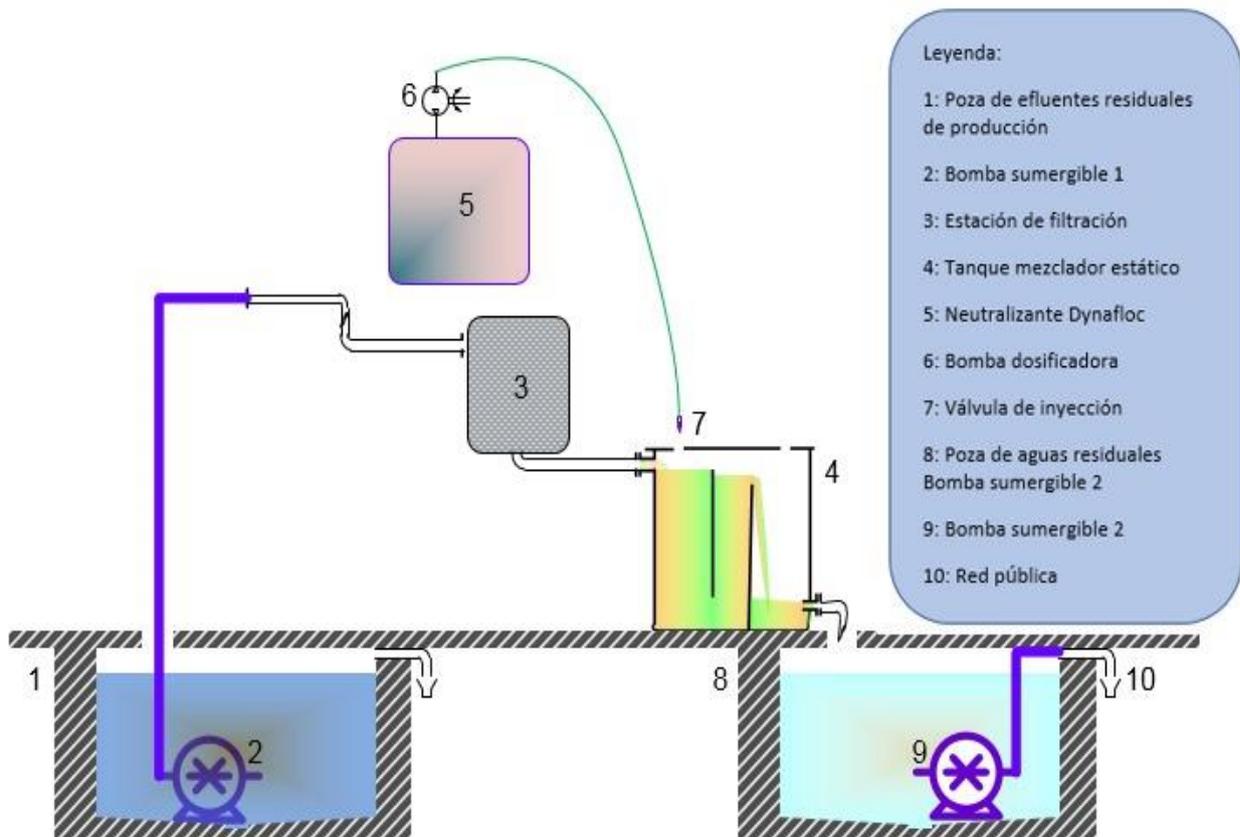
La bomba dosificadora es de marca IWAKI modelo EWC36Y2-PC se puede automatizar su control con una señal de 4 a 20 mA como también pulso proporcional. La bomba está dosificando de forma manual con una cantidad constante en el 80%

de su capacidad de inyección (360 pulsos por minuto es el máximo de capacidad para este modelo) con un total de 288 pulsos por minuto.

- **Neutralizante Dynafloc**

El Neutralizante Dynafloc AM es suministrado por INGENIA S.A. distribuidora autorizada para brindar cantidades constantes de este neutralizante.

Figura 18: Sistema del proceso de neutralización de efluentes residuales



Fuente: Elaboración propia

B. Elementos de automatización a disponer

La empresa en estudio dispone de una bomba dosificadora marca IWAKI de la compañía IWAKI&WALCHEM, quien conjuntamente ofrecen a las empresas las diversidades de equipos compatibles entre sí para un sistema de tratamiento de aguas. Adicional a ello, la forma en la que la empresa en estudio adquirió esta

bomba dosificadora, fue proporcionado por la empresa INGENIA S.A. distribuidora autorizada de estos equipos, es por ello que el autor ah tomado la iniciativa de adquirir los siguientes productos a continuación.

- **Controlador**

Se necesita un controlador marca WALCHEM PH/ORP DP 420, objeto el cual nos proporciona la comunicación y el control del la bomba dosificadora y la dosificación inteligente bajo una configuración personalizada y reconfigurable en cualquier momento de manera didáctica. Este controlador es capaz de recepcionar 2 entradas de sensor 4 relees que permiten el control de accionadores.

Figura 19: Controlador WALCHEM PH/ORP DP 420



Fuente: Catalogo WALCHEM

- **Sensor de pH**

Es necesario un sensor WELPHF71 – ING para la participación fundamental de la medición constante del pH y que podrá comunicarse con el controlador. Esto permitirá que el controlador dosifique de acuerdo al pH que el sensor esté leyendo y controle las pulsaciones de la bomba dosificadora.

Este sensor tiene un amplificador de señal de +5V con la finalidad de no perder calidad de señal y pueda tener una medición precisa.

Figura 20: Sensor de pH WELPHF71 – ING



Fuente: Catalogo WALCHEM

- Control de nivel

La bomba dosificadora es condicionada por el controlador, sin embargo es necesario que el sistema contenga una condición adicional, y es la condición de suficiencia de insumo, es decir, que el recipiente del neutralizante va a disponer de un control de nivel para que cuando no haya más neutralizante en el contenedor de Dynafloc, la bomba no dosifique. Este control de nivel permite a que las mangueras de succión e inyección no absorban aire, y también permite que la bomba dosificadora no funcione con el diafragma sin líquido, esto permite la durabilidad y la confiabilidad de su funcionamiento.

El funcionamiento de este control de nivel viene diseñado con 3 varillas de diferente medida (una más larga que la otra) de acero inoxidable que se sumergen en el insumo Dynafloc.

Estas varillas están conectadas a 3 puntos de una bobina de control de nivel, estos contactos activan o desactivan otros equipos que estén conectados a este dispositivo, y median la conductividad del líquido en las varillas es que se va a validar el nivel del agua.

- **Tablero eléctrico**

Se requiere un tablero eléctrico diseñado para contener la bobina de control de nivel, llaves termomagnéticas para la suministración de energía, y la llegada del par de la bomba sumergible para que también condicione la bomba dosificadora.

- **Conexión complementaria para el sensor**

Se esquematiza un diagrama de una estructura de pvc (tuberías, codos, válvulas manuales y uniones universales) donde va a estar posicionado el sensor de pH, dado que sea de fácil acceso, se permita retirar de manera simplificada, y su limpieza va a resultar básica.

C. Presupuesto para el desarrollo de la mejora

Sintetizando los elementos que se requiere para completar el sistema automático planteado (**anexo 12**), se concluye con la búsqueda de los precios que tendrá que asumir la empresa en estudio y quienes son los que proporcionan estos productos.

Para comenzar, tanto el controlador como el sensor de pH serán suministrados por la empresa INGENIA S.A. distribuidor autorizado de la marca WALCHEM, el segundo ítem es el tablero eléctrico brindado por el autor con intención de venta de su producto, quien dentro del precio se encuentra el costo de materiales, la lógica del sistema y su mano de obra.

Así también, el autor proporcionará el kit para ubicar el sensor ubicado en la parte externa del tanque mezclador estático con la intención del fácil acceso al sensor de pH como la calibración de este.

Tabla 14: Requerimiento de materiales para la implementación de la mejora

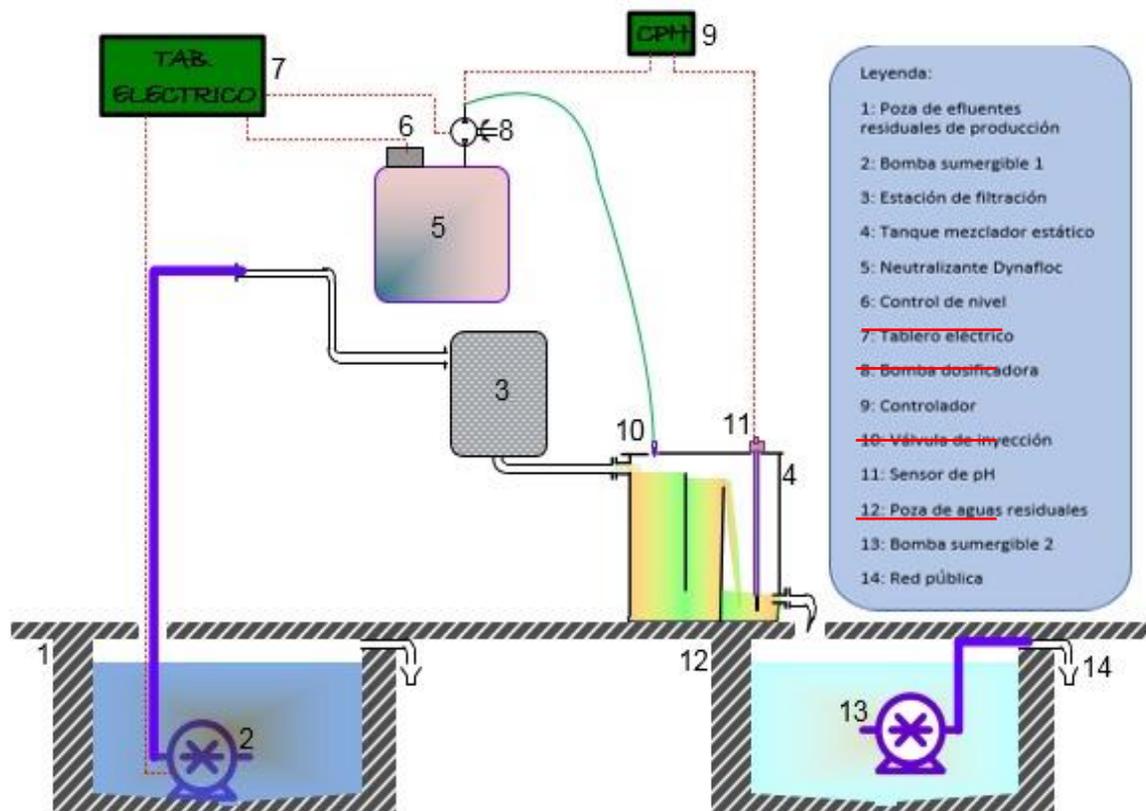
Ítem	Descripción	Modelo	Contenido	Valor (S/.)	Distribuidor
1	Controlador WALCHEM	PH/ORP DP 420	Controlador, microprocesador, cables para su energización, manual de instalación y manipulación	5050,00	INGENIA S.A.
2	Sensor de pH WALCHEM	WELPHF71 – ING	Sensor, Termocupa y amplificador de señal	1020,00	INGENIA S.A.
3	Tablero eléctrico	Tablero de comando	Tablero, llave termomagnética, 2 reles encapsulados, contacto a tierra, cableado lógico, 3 canaletas y 1 cisterna/sirena y el control de nivel	650,00	El autor
4	Kit de tuberías para sensor de pH	-	2 válvulas manuales, 4 codos, 2 conectores universales, tubos, tubo "T", caja de paso	55,00	Sodimac

Fuente: Elaboración propia

Diagrama de sistema de neutralización de efluentes

El diagrama es este nuevo sistema automatizado que se creará a base de la **figura 18** por lo que se ha considerado los elementos existentes y los que se requieren adicionar para desarrollar esta investigación.

Figura 21: Sistema automático del proceso de neutralización de efluentes residuales



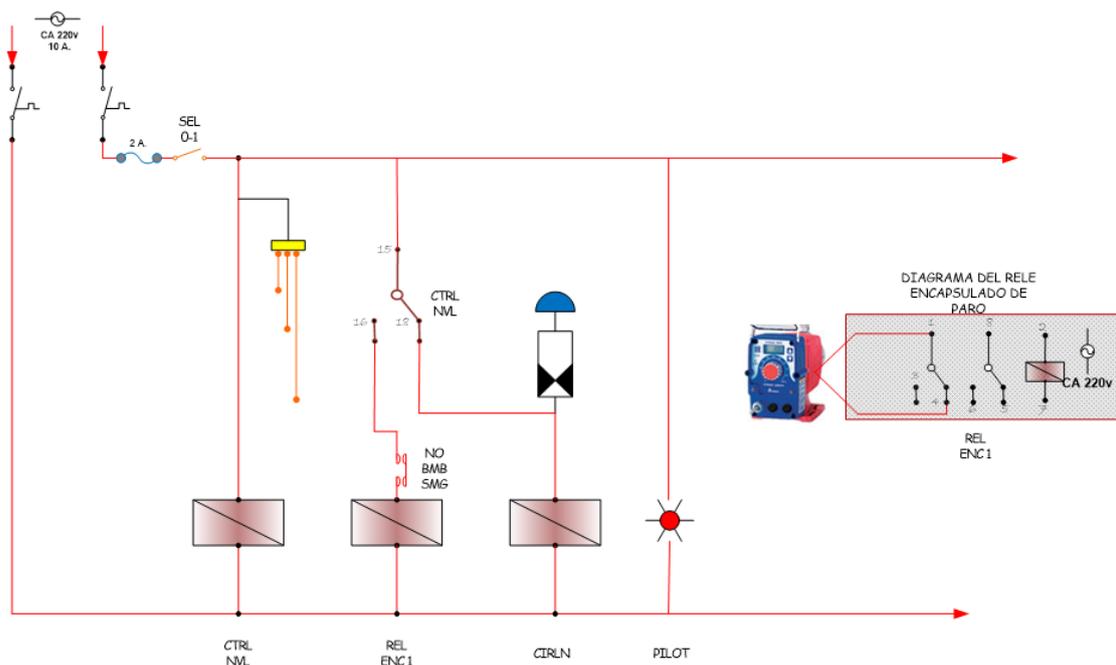
Fuente: Elaboración propia utilizando Microsoft Visio

Después de analizar los equipos y accesorios que se van a requerir, se ha podido definir que para implementar un sistema de control automático para neutralizar el pH de los efluentes residuales es el **control de nivel, tablero eléctrico, controlador y el sensor de pH.**

Diagrama eléctrico del control de nivel – bomba dosificadora

El diagrama eléctrico perteneciente a las bobina del control de nivel, llaves termomagnéticas y la entrada del par de la bomba sumergible 1 para condicionar la bomba dosificadora, una alarma para cuando el control de nivel detecte baja cantidad de insumo, fusible de 2 Amperes y un foco que permita indicar si el tablero está energizado o no.

Figura 22: Diagrama eléctrico de tablero de control de nivel



Fuente: Elaboración propia utilizando Microsoft Visio

Fase 2: Supervision

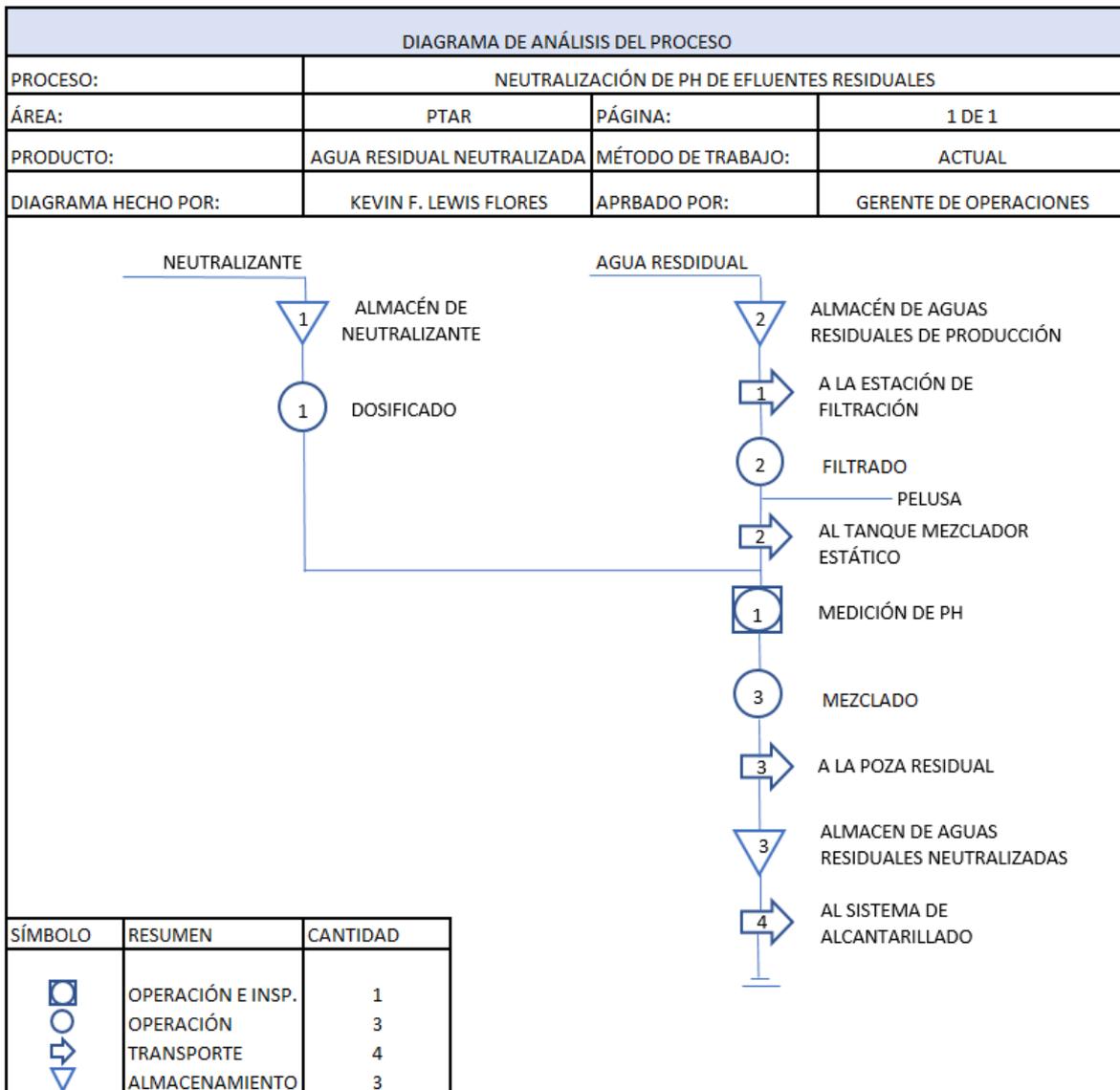
Según Colomer en esta etapa se define la dinámica del sistema, esta fase es para reconocer la variación de las etapas del proceso, definir cada actividad con la iniciativa de automatizar no solo para el beneficio de la empresa, sino también para

el beneficio, comodidad y facilidad de los operarios. El objetivo del sistema automático es establecer las acciones correspondientes en cualquier tipo de casuísticas, y la misión del operario es darle soporte técnico básico, mantenimiento y verificación de cada elemento dentro de este sistema.

A. Estudio y dinámica del nuevo proceso

Para detallar el nuevo proceso se ah desarrollado el diagrama de análisis de operaciones donde se va a visualizar la alteraciones o aspectos que van a haber en el sistema de neutralización de pH a raíz de la propuesta de mejora.

Tabla 15: DAP del proceso de neutralización de pH después de la mejora

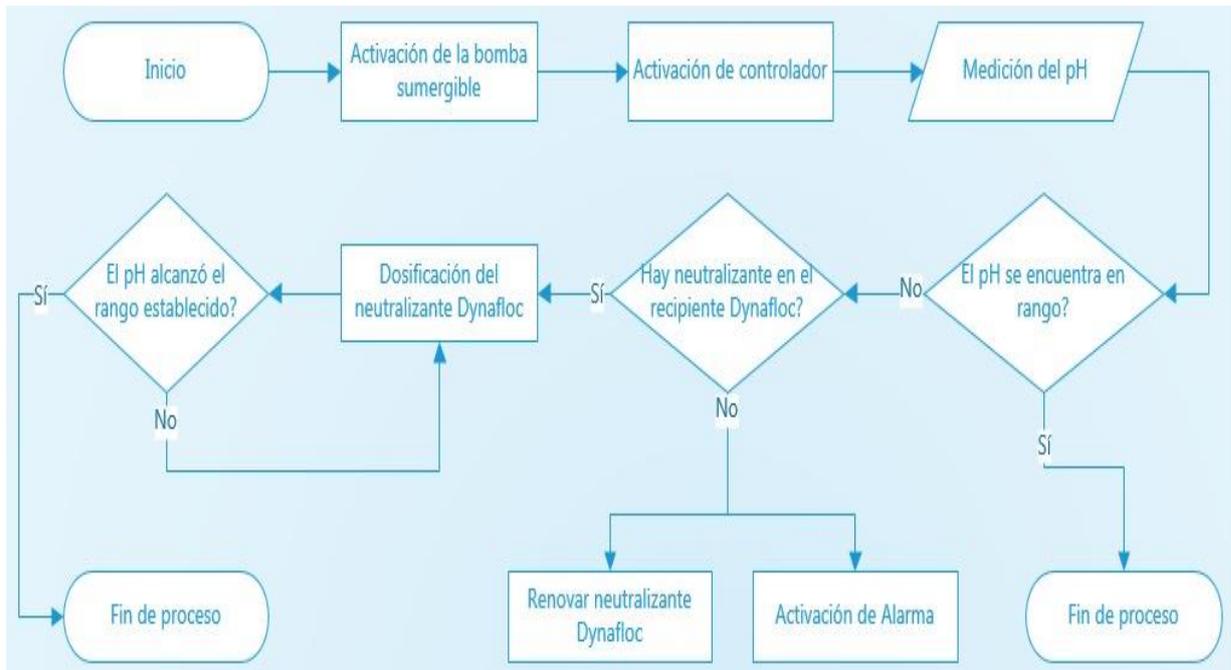


Fuente: Elaboración propia

El proceso describe aparentemente las operaciones sin ningún cambio, sin embargo, las modificaciones que se han realizado guardan relación con el procedimiento en que se neutraliza, utilizando un controlador y un sensor que al integrarse al sistema, pasa a reemplazar las acciones y criterio del operario que estuvo a cargo de la PTAR.

Los cambios que se efectuaron es la automatización del control de la bomba dosificadora, quien va a dosificar después de medir el pH utilizando un sensor de pH y producir la neutralización utilizando una programación manual que será explicado en la titulación ácido – base de los efluentes textiles. A su vez, el control del consumo del neutralizante también ha sido automatizado para que el sistema tenga un flujo continuo tanto del efluente residual que esta siendo tratado, como el neutralizante indispensable para que ocurra la neutralización de pH. Por tanto estas condiciones toman acciones predeterminadas y si la condición no se cumple, se realizarán otras acciones, generalmente alarmas o avisos para que el operario detecte y sepa cual es el motivo de la alarma, todo ello será explicadas en la siguiente figura.

Figura 23: Flujoograma del proceso automatizado de neutralización de pH



Fuente: Elaboración propia utilizando Microsoft Visio

La propuesta que el autor desea implementar, involucra que cada proceso de **neutralización de pH** estará bajo una condición como se está observando en la anterior figura, por lo tanto se va a involucrar también a la bomba sumergible como primera actividad de inicio que condicionará al controlador y a la bomba sumergible. Dentro del proceso que se realiza en la PTAR, el efluente pasa por la estación de filtración en primera instancia y luego de filtrarse, irá al tanque mezclador estático; como es un proceso en línea, en el tanque mezclador estático estará el sensor de pH que automáticamente medirá el pH del efluente residual; el valor medido permitirá que el controlador pueda accionar la bomba sumergible siempre y cuando haya insumo en el recipiente del Dynafloc por fines del cuidado y permanencia de los equipos del nuevo sistema. Luego de dosificar el neutralizante, habrá un tiempo de residencia para que el ácido dosificado neutralice el pH del efluente y la bomba dosificadora no dejará de dosificar hasta que el pH se encuentre en el rango de pH programado.

B. Titulación ácido – base de los efluentes textiles

La titulación permitirá conocer cuanto insumo se requerirá para neutralizar el efluente de manera constante tomando en consideración los caudales de los efluentes (bomba sumergible) y el neutralizante (bomba dosificadora). Dado que la empresa dispone de una bomba dosificadora capaz de neutralizar el caudal de su planta previamente calculando sus caudales, el autor confía en este estudio realizado por la empresa ya que vienen trabajándose con ese equipo más de 4 años y los repuestos siguen existentes en el mercado. La titulación

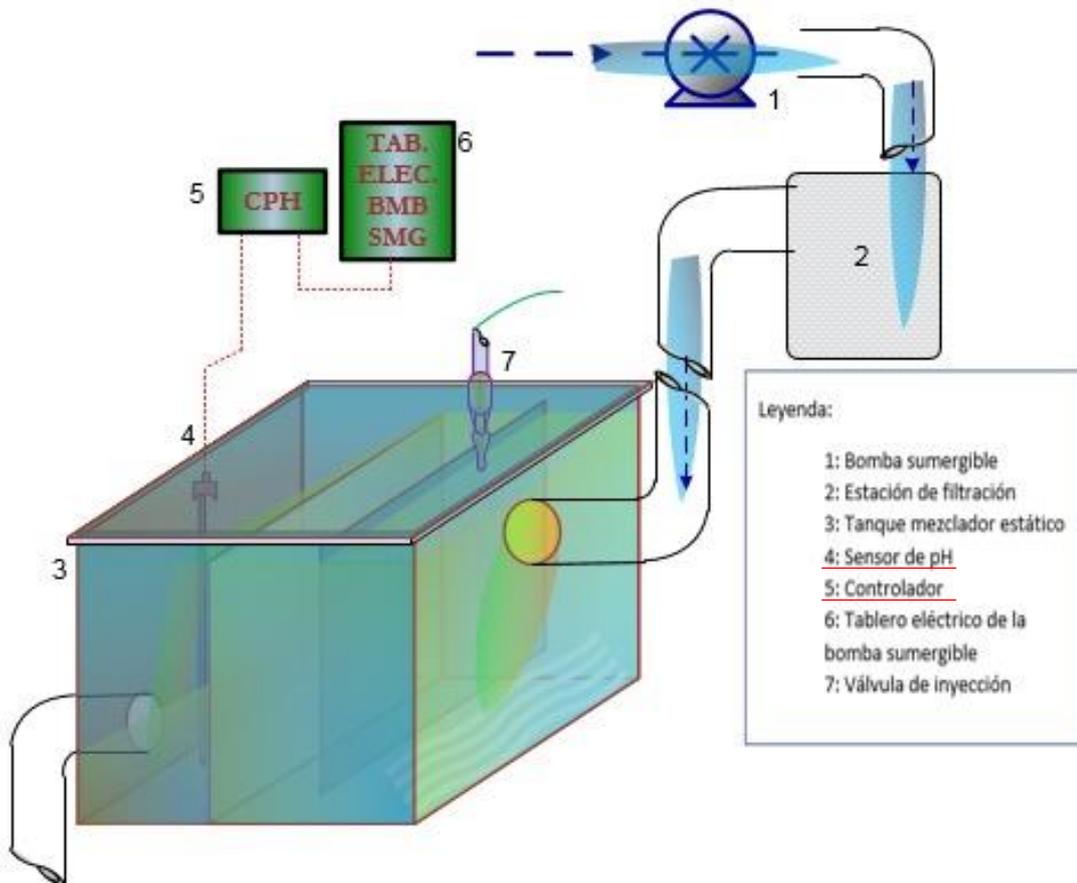
C. Localización de los nuevos elementos a disponer

- Layout del controlador y sensor de pH

Se presentará dos esquemas donde se encontrarán las posiciones adecuadas para la fácil manipulación del controlador y posicionamiento del sensor de pH, en ambos esquemas el controlador se colocará en la izquierda del tablero de control de la bomba sumergible para que sea lo más aproximado al sensor de pH y no se dañe

la señal de lectura. Se implementará dos posicionamientos para el sensor de pH, una posición que permita leer la lectura para antes de automatizar el sistema de neutralización de pH, con la finalidad de tener la mínima disposición de obras dentro de la empresa en estudio y permitir llevar la medición para el pre – test. La otra posición será cuando se automatice el sistema con previa coordinación de la empresa dando a conocer el posicionamiento final del sensor de pH para su fácil accesibilidad.

Figura 24: Posición del sensor de pH para el pre – test de la investigación

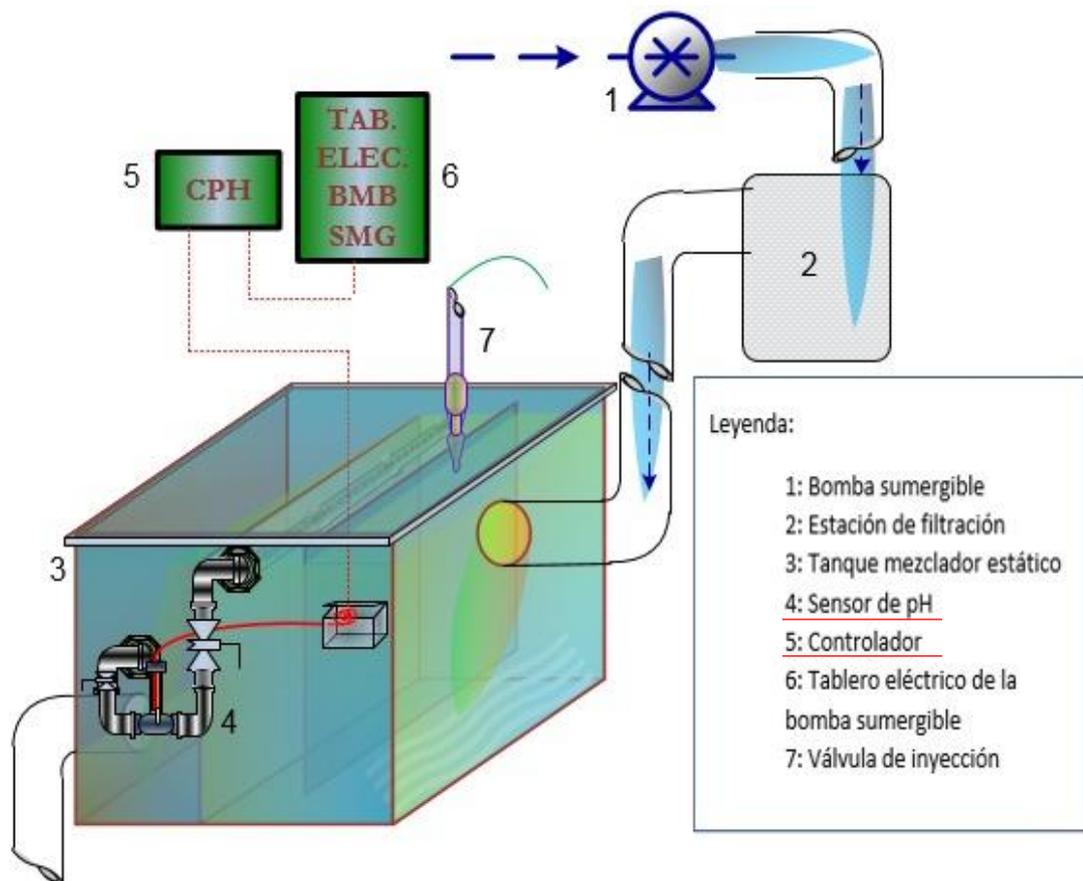


Fuente: Elaboración propia utilizando Microsoft Visio

El posicionamiento que se realizará para la implementación de la mejora requiere de obras dentro de la empresa que al ejecutarse no se podrá revertir el cambio, por tanto este diseño ah sido analizado con el objetivo de que este sensor sea de rápida manipulación de su limpieza, calibración, mantenimiento, y si se requiera el cambio por otro sensor, el sistema puede continuar de manera manual cerrando las dos válvulas manuales instaladas en el kit de pvc para la ubicación controlando la

bomba dosificadora con la única condición de que el recipiente de Dynafloc contenga el insumo, para garantizar la durabilidad de la bomba dosificadora. En la parte interior del tanque mezclador estático está conectado un tubo con agujeros para la recepción de los efluentes ya dosificados antes de que pasen el segundo tabique del tanque, esto permitirá que la lectura de pH sea de igual a la lectura que realizaba el mismo sensor de pH para la medición del pre – test (**figura 24**).

Figura 25: Posición del sensor de pH para la implementación de la mejora de la investigación

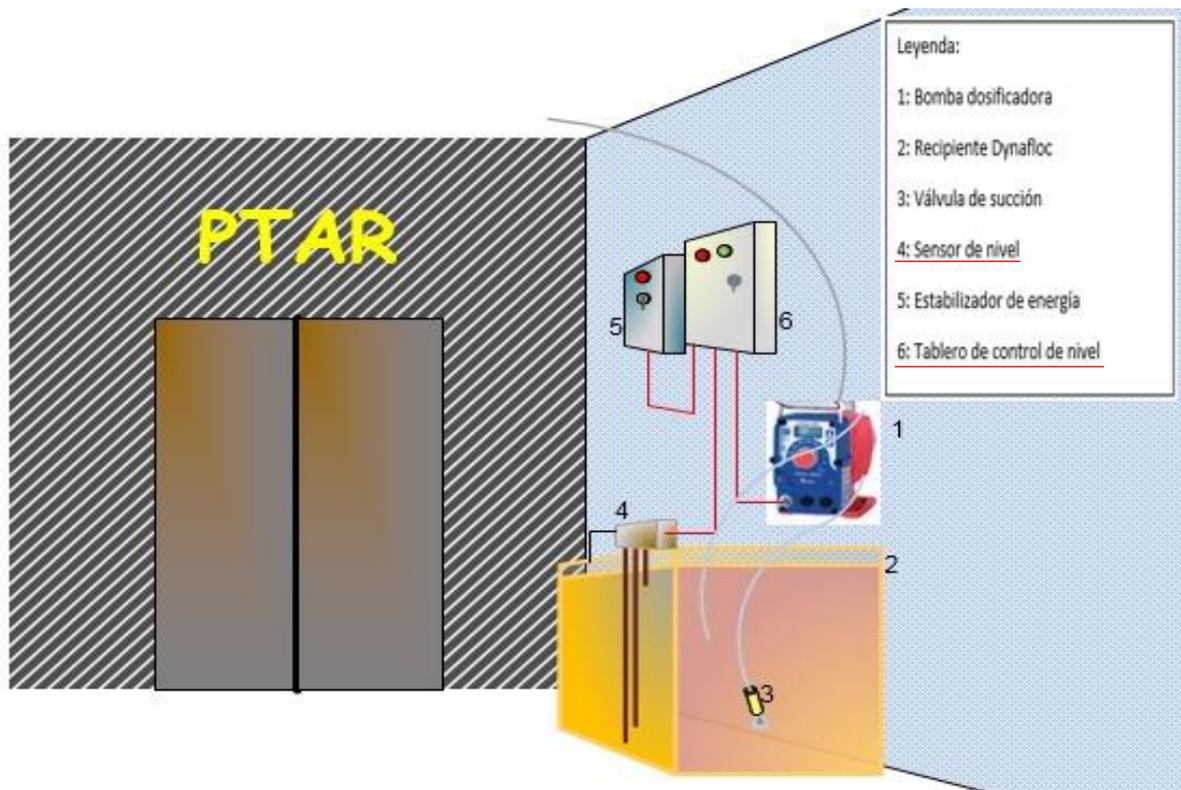


Fuente: Elaboración propia utilizando Microsoft Visio

- Layout del tablero eléctrico y control de nivel del Dynafloc

El posicionamiento del tablero del control de nivel será a la derecha del estabilizador de energía para que suministre energía y cuide a los dispositivos del tablero y a su vez este cerca del sensor de nivel que se colocará en la tapa del neutralizante Dynafloc.

Figura 26: Posición del tablero eléctrico y el control de nivel en la zona externa a la PTAR



Fuente: Elaboración propia utilizando Microsoft Visio

Fase 3: Interacción

Manual del sistema de control automático del proceso de neutralización de pH

1) Objetivo

El objetivo de este procedimiento es comprender los pasos a seguir para el correcto funcionamiento del sistema de control automático para la neutralización de pH, describiendo primero los equipos y el personal a disponer y las limitaciones que tendrá, herramientas, accesorios de recambio, visualización e identificación de alarmas y los protocolos de respuesta ante estos avisos.

2) Generalidades

El presente documento expone las instrucciones de la supervisión y el mantenimiento del sistema de control automático de neutralización de pH de aguas residuales textiles.

3) Alcance

El actual documento está siendo aplicado por el personal asignado perteneciente a la empresa que dispone del sistema de control automático de neutralización de pH, como también para el personal tercerizado de la empresa INGENIA S.A.

4) Marco legal

- Decreto Supremo N° 010-2019-VIVIENDA
- Anexo 2: parámetros de los Valores Máximos Admisibles (VMA)

5) Identificación

Tabla 16: Identificación de responsabilidades

Supervisión	Personal asignado por la empresa
Mantenimiento al tanque mezclador estático	Personal asignado por la empresa
Mantenimiento a la bomba dosificadora	Técnico de INGENIA S.A.
Mantenimiento y calibración del sensor de pH	Técnico de INGENIA S.A.

Fuente: Elaboración propia

Razón Social/Nombre: INGENIERIA Y GERENCIA EN NEGOCIOS INTEGRADOS Y ASOCIADOS S.A.C.

N° RUC: 20503568331

Contacto: Ejecutivo comercial

Teléfonos: (01)556-7205 - (+51)996-800-867

Correo: ingenia@ingeniaindustrial.com

6) Detalle del trabajo y personal

- Duración del trabajo y mantenimientos:

Duración de trabajo de neutralización de pH: Lunes – Sábado de 7:30 a 17:00 de manera continua

Duración de mantenimiento al tanque mezclador estático: 1 vez por mes (80 minutos aproximados) de preferencia sábado o domingo

Duración de mantenimiento a la bomba dosificadora: 1 vez por mes (80 minutos aproximados) de preferencia sábado o domingo.

Duración de mantenimiento y calibración del sensor de pH: 1 vez por mes (40 minutos aproximados) de preferencia sábado o domingo

- Lugar de trabajo:

a) Planta/Área de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)

En esta zona se realizará la supervisión del sistema de control automático de neutralización de pH, mantenimiento al tanque mezclador estático y el mantenimiento/calibración del sensor de pH.

b) Zona externa a la PTAR

En esta zona se realizará la supervisión y el abastecimiento del neutralizante Dynafloc AM y el mantenimiento a la bomba dosificadora

7) Recursos

a) Listado de equipos de protección personal

- Para el operario asignado a la PTAR: Guantes anticorte, lentes de seguridad, casco, guantes con punta de acero, polo manga larga y pantalón jean o mameluco de tela.
- Para el técnico de ingeniería: Guantes de nitrón, guantes quirúrgicos, lentes de seguridad, casco, guantes con punta de acero, camisa manga larga, pantalón jean, chaleco de seguridad con el logo de la empresa INGENIA.

b) Listado de herramientas

- Para el operario asignado a la PTAR: Fichas de instrumentos, USB, peachímetro, balde.
- Para el técnico de INGENIA: Desarmadores, llave francesa, alicate mecánico, navaja, peachímetro y multímetro.

c) Listado de accesorios de recambio

- Manguera polietileno
- Válvula de inyección
- Válvula de succión
- Amplificador de señal
- Cartucho de electrodo

8) Etapas del procedimiento del trabajo

a) Previo a la jornada laboral

El procedimiento del operario encargado de la PTAR es:

- Revisar el nivel de recipiente del neutralizante (Dynaflor AM) en caso no hubiera, reportarlo con el superior para hacer el recambio.
- Revisar si el controlador, la bomba dosificadora, el tablero de control, en caso no estuviesen prendidos, reportarlo con el superior.
- Revisar las válvulas de las tuberías en donde se ubica el sensor de pH, en caso estuvieran cerradas, abrirlas.
- Observar la interfaz (pantalla interactiva) del controlador y revisar el comportamiento del pH un intervalo de 3 a 5 minutos.

b) Durante la jornada laboral

El procedimiento del operario encargado de la PTAR es:

- Supervisión: Verificar a las 10, 12, 14 y 16 horas como un simple protocolo de inspección, cuya revisión tiene una duración máxima de 5 minutos.

c) Cuando el sistema requiera mantenimiento

El mantenimiento de los equipos que complementan el sistema de neutralización de pH de las aguas residuales, servirá para explicar en primer lugar, como se efectuará el mantenimiento al **tanque mezclador estático**, conservar la relación de procedimientos determinados por el operario para su fácil entendimiento y exonerar la capacitación en esta investigación.

Continuando con el mantenimiento de la **bomba dosificadora** y el mantenimiento y calibración del **sensor de pH**, estas dos actividades estarán siendo realizadas

por un técnico especialista en equipos de tratamiento de aguas de la marca WALCHEM & IWAKI, siendo un trabajador de la empresa INGENIA S.A. quien contribuirá con los procedimientos que este elabora para tener solo una noción de las actividades que se están añadiendo al sistema de neutralización de pH de la empresa en estudio.

El procedimiento del operario encargado de la PTAR es:

- **Mantenimiento del tanque mezclador estático**

El mantenimiento que se realizará al tanque mezclador será explicado mediante un diagrama de análisis del proceso para verificar lo que el operario tendrá que realizar luego de haber implementado el sistema automatizado de neutralización de efluentes. Se considera que, para hacer este mantenimiento, se deben desactivar la bomba sumergible, bomba dosificadora y el controlador, adicional a ello se deben cerrar las válvulas para proteger el sensor de pH. Se procede a retirar todo el líquido posible de este tanque mezclador con el objetivo de lograr alcanzar a validar si existen sólidos depositados en el fondo del tanque, a su vez esto permitirá observar si el tanque ha sufrido una grieta en su estructura que origine la fuga del efluente, tomar la precaución y conocer el riesgo de caída a desnivel.

Este mantenimiento tiene una duración estimada de 81 minutos, sujeto a variar dependiendo de las circunstancias que se presenten en la empresa en estudio. A continuación, se presentará un DAP del procedimiento a seguir para realizar el mantenimiento al tanque mezclador estático, cumpliendo con las actividades que realizaba el operario sin embargo en este nuevo análisis se implica la revisión de la estructura del tanque como un ítem adicional a los procesos de limpieza y mantenimiento. Para llevar a cabo el mantenimiento, realiza estos pasos:

- Desactiva la bomba sumergible
- Desactiva la bomba dosificadora
- Cierra las válvulas manuales cercanas al sensor de pH
- Retira todo el líquido del tanque mezclador estático, utilizando un recipiente

- Limpia el tanque, elimina las impurezas
- Revisa si el tanque presenta alguna rajadura u orificio
- Abre las válvulas manuales cercanas al sensor de pH
- Activa la bomba dosificadora
- Activa la bomba sumergible
- Comprueba la puesta en marcha
- Redacta un breve informe sobre la el mantenimiento realizado

El procedimiento del técnico tercerizado es:

- **Mantenimiento de bomba dosificadora**

En este mantenimiento también se tiene que aplicar la desactivación del controlador, bomba dosificadora y la bomba sumergible como primeras acciones a realizar. Este elemento actuador es el que presenta más uso que otros componentes dentro del sistema, puesto que está en la plena dosificación de ácidos sumamente concentrados que, al pasar un cierto tiempo, el ácido se cristaliza en la superficie de la válvula logrando impedir el flujo de dosificación.

En este desmantelamiento de ciertos accesorios de esta bomba dosificadora tiene una duración estimada de 78 minutos, el operario va a realizar los procedimientos ya estudiados en esta investigación a seguir en este mantenimiento.

Para llevar a cabo el mantenimiento, realiza estos pasos:

- Desactiva la bomba sumergible
- Desactiva el controlador
- Desactiva la bomba dosificadora
- Abre la válvula de ventilación
- Retira la válvula de inyección y succión
- Retira las mangueras de la bomba dosificadora
- Retira el cabezal de la bomba dosificadora
- Limpia e inspecciona el cabezal
- Limpia e inspecciona el diafragma
- Coloca el cabezal

- Coloca las mangueras
- Coloca las válvulas de inyección y succión
- Activa la bomba dosificadora
- Activa el controlador
- Activa la bomba sumergible
- Comprueba la puesta en marcha
- Redacta un breve informe sobre la el mantenimiento realizado

- **Mantenimiento y calibración del sensor de pH**

Para realizar este mantenimiento y calibración no es necesario desactivar los componentes del sistema, ya que este sistema puede volverse en forma manual solo por la instancia que conlleve realizar esta actividad. Solo es necesario cerrar las válvulas manuales del sensor de pH que es crucial para retirar el sensor de pH sin que se derrame el efluente residual, y tener dos Buffers con puntos de medición de pH 7.01 y 10.01. Para llevar a cabo el mantenimiento, realiza estos pasos:

- Cierra las válvulas manuales cercanas al sensor de pH
- Retira el sensor de pH
- Limpia e inspecciona el sensor de pH
- Selecciona en el controlador: Menu>Calibration>2Points Calibration>pH7
- Sumerge el sensor en el buffer 7.01, dejarlo sumergido hasta que la pantalla aparezca "Cal. Buff. 7 Successful"
- Limpia nuevamente el sensor de pH
- Selecciona en el controlador: Next
- Sumerge el sensor en el buffer 10.01, dejarlo sumergido hasta que la pantalla aparezca "Cal. Buff. 10 Successful"
- Coloca el sensor de pH en su lugar
- Abre las válvulas manuales del sensor de pH
- Comprueba la puesta en marcha
- Redacta un breve informe sobre la el mantenimiento realizado

Llenado de la documentación de la actividad realizada

- **Llenado de documentación por el operario:**
 - Instrumento para la exactitud del sistema
 - Instrumento para la intervención humana
 - Instrumento para la disponibilidad del sistema
 - Instrumento para la eficacia del sistema
 - Instrumento para la efectividad del sistema

- **Llenado de documentación por el operario y el técnico tercerizado**
 - Instrumento para la intervención humana
 - Instrumento para la disponibilidad del sistema

- **Llenado de documentación por el técnico tercerizado**
 - Instrumento para la intervención humana
 - Instrumento para la intervención humana
 - Acta de conformidad generado por la empresa INGENIA
 - Matriz Inspección de Peligros y Evaluación de Riesgos Críticos generado por la empresa INGENIA

9) PROTOCOLO ANTE UNA ANOMALÍA EN EL SISTEMA

Después de haber realizado cada paso establecido anteriormente, si en caso se presenten sucesos extraños y no analizados previamente en los procedimientos, existe la necesidad de revisar los siguientes aspectos del sistema

a) Alarma de pH elevado

Si el pH no está siendo neutralizado correctamente, el sistema dispone de una alarma sonora que se activa siempre y cuando el sensor de pH lee un valor

mayor al rango establecido. Lo que debe realizar el operario encargado de la PTAR es lo siguiente:

- Revisar la pantalla del controlador para verificar si se encuentra la palabra "Error", de ser así, reportarlo, tomar fotografías y enviarlas como evidencia al contacto de INGENIA y este programe una visita técnica a la brevedad posible; de lo contrario, pasar al siguiente paso.
- Revisar el cartucho de electrodo del sensor de pH para validar si no se encuentra dañado o cubierto con suciedad, de ser así, reportarlo, tomar fotografías y enviarlas como evidencia al contacto de INGENIA para que este pueda indicarle más acciones que puedan corregir el problema o en última instancia se programe una visita técnica a la brevedad posible; de lo contrario, pasar al siguiente paso.
- Revisar las mangueras de succión e inyección y validar si existe una burbuja de aire atrapada, de ser así, colocarse guantes de limpieza y abrir válvula de venteo hasta retirar dicha burbuja. Si el problema persiste, reportarlo, tomar fotografías y enviarlas como evidencia al contacto de INGENIA para que este pueda indicarle más acciones que puedan corregir el problema o en última instancia se programe una visita técnica a la brevedad posible; de lo contrario, pasar al siguiente paso.

b) Alarma de recipiente del neutralizante vacío

Esta alarma es necesaria debido a dos razones principales: uno es la neutralización constante es importante para este sistema, se tiene que actuar lo mas antes posible para que el agua residual siempre se esté neutralizando, y la otra es para mantener y preservar el tiempo de vida de la bomba dosificadora, puesto que, si la bomba succionara aire, su diafragma se deteriora más rápido. Para prevenir ello, es necesario realizar los siguientes pasos:

- Apagar el interruptor del control de nivel, ubicado en el tablero de control.
- Pedir a almacén que traigan un nuevo recipiente de neutralizante Dynafloc utilizando el montacarga.
- Retirar el sensor de nivel del recipiente Dynafloc, desenroscándolo.
- Pedir que retiren el recipiente de neutralizante Dynafloc utilizando el montacargas.
- Pedir que coloquen el nuevo recipiente de neutralizante Dynafloc utilizando el montacargas.
- Colocar el sensor de nivel al recipiente de neutralizante Dynafloc lleno, enroscándolo.
- Prender nuevamente el interruptor del control de nivel, ubicado en el tablero de control.
- Revisar si la alarma este apagado
- Observar por unos minutos la dosificación del neutralizante, es decir, el correcto funcionamiento de la bomba dosificadora.

Fase 4: Implementación del sistema automático de neutralización de pH

- **Cronograma de actividades del desarrollo de la mejora**

La implementación consistió en posicionar, instalar e interlazar los equipos requeridos y complementarlos con los equipos actuales para conformar el sistema automatizado de neutralización de pH, lo que se necesitó estratificar las actividades en un lapso de las 2 primeras semanas (14 días) de julio del 2020, de acuerdo al procedimiento y las facilidades que se permitan en este intervalo de tiempo.

Tabla 17: Cronograma de la ejecución de la mejora Julio - 2020

N°	Actividades	Semana		1							2						
		Día		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Visita técnica: Inspección del área			■	■												
2	Posicionamiento del controlador y el tablero eléctrico				■	■											
3	Posicionamiento del Kit de tuberías para el sensor de pH						■	■									
4	Conexión del sensor de pH al controlador y posicionamiento del sensor								■	■							
5	Conexión de bomba sumergible al tablero eléctrico										■	■					
6	Conexión de bomba dosificadora al controlador											■	■				
7	Posicionamiento del control de nivel al depósito de Dynafloc AM												■	■			
8	Conexión de control de nivel al tablero eléctrico y éste a la bomba dosificadora													■	■		
9	Programación del controlador y calibración del sensor de pH														■	■	
10	Puesta en marcha															■	■
11	Conformidad del sistema																■

Fuente: Elaboración propia

- **Instalación de los elementos en la zona interna de la PTAR**

Figura 27: Equipos instalados en la zona interna de la PTAR



Fuente: Elaboración propia

- **Instalación del controlador**

De acuerdo al Layout del controlador, en la **figura 28** se aprecia el posicionamiento del controlador (1), entre el tablero de la bomba sumergible(2) y el tableto de energización(3) dentro de las instalaciones de la PTAR, por motivos de proximidad al sensor de pH y que la señal sea verídica.

Figura 28: Ubicación del controlador pH/ORP WDP 420



Fuente: Elaboración propia

- **Instalación de la línea para el sensor de pH (tuberías para la colocación del sensor)**

En la **figura 29** se observa de forma estratégica y en pro de la facilidad del operario que se va a encargar de darle mantenimiento y calibración, fue que se decidió el posicionamiento del sensor de pH y su termocupla (1) dentro de una trampa de agua con válvulas manuales y uniones universales (2) para darle acceso al cambio de cualquier parte de esta trampa para el sensor de pH, a cierta distancia se distingue la válvula de inyección (3) distante al sensor de pH y su cable de señal.

Figura 29: Ubicación del sensor de pH WELPHF71 – ING



Fuente: Elaboración propia

- **Instalación de los elementos en la zona externa de la PTAR**

Figura 30: Equipos instalados en la zona externa de la PTAR



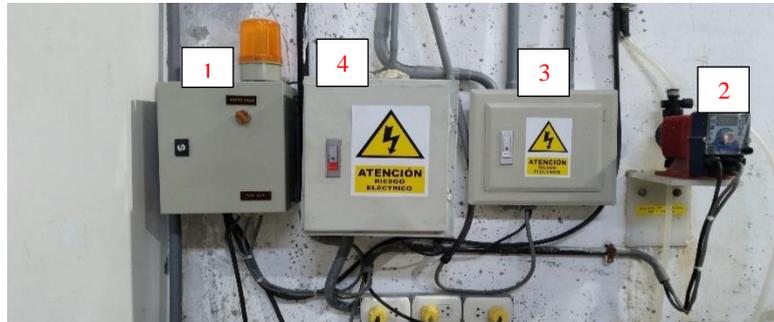
Fuente: Elaboración propia

- **Instalación del tablero eléctrico**

Se ha verificado que el tablero eléctrico del control de nivel (1) se colocó en la zona externa del PTAR puesto que allí se encuentra el recipiente de Dynafloc, la bomba dosificadora (2), un tablero de energización (3) y un tablero con estabilizador (4)

para cuidar la alteración de la corriente que ingrese al tablero, esto se puede observar en la siguiente figura.

Figura 31: Ubicación del tablero eléctrico del control de nivel

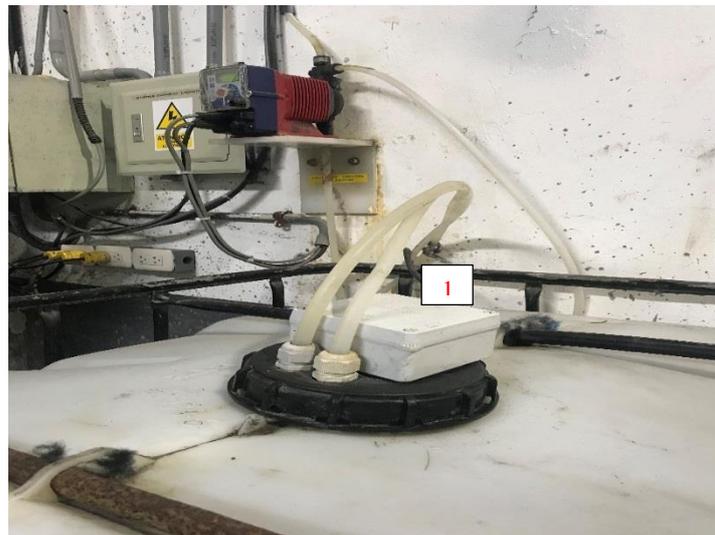


Fuente: Elaboración propia

- **Instalación del control de nivel para el neutralizante**

Se ha considerado instalar el control de nivel (1) encima de la tapa del Dynafloc, para que cuando se cambie de recipiente, se añada siempre la tapa que contiene el control de nivel y el sistema siga funcionando con una mínima parada para el cambio. Solo si es el caso de que cuando este funcionando la bomba sumergible y no exista suficiente neutralizante para dosificar y se presente la necesidad de cambiar en pleno proceso, esto se puede apreciar en la siguiente figura.

Figura 32: Instalación del control de nivel en el Dynafloc



Fuente: Elaboración propia

- **Conectividad entre los elementos**

Se expandió la visión de la composición eléctrica del funcionamiento inteligente del sistema. Por tanto se tomará en cuenta estas conexiones eléctricas para el desarrollo de este proceso automático y comprender así la relación entre diferentes componentes, incluso de diferentes áreas de la empresa en estudio.

Las conexiones a consideras serán las siguientes:

- Conexión controlador – tablero eléctrico bomba sumergible
- Conexión sensor – controlador
- Conexión bomba dosificadora – controlador
- Conexión control de nivel – tablero eléctrico
- Conexión bomba dosificadora – tablero eléctrico
- Conexión bomba sumergible – tablero eléctrico

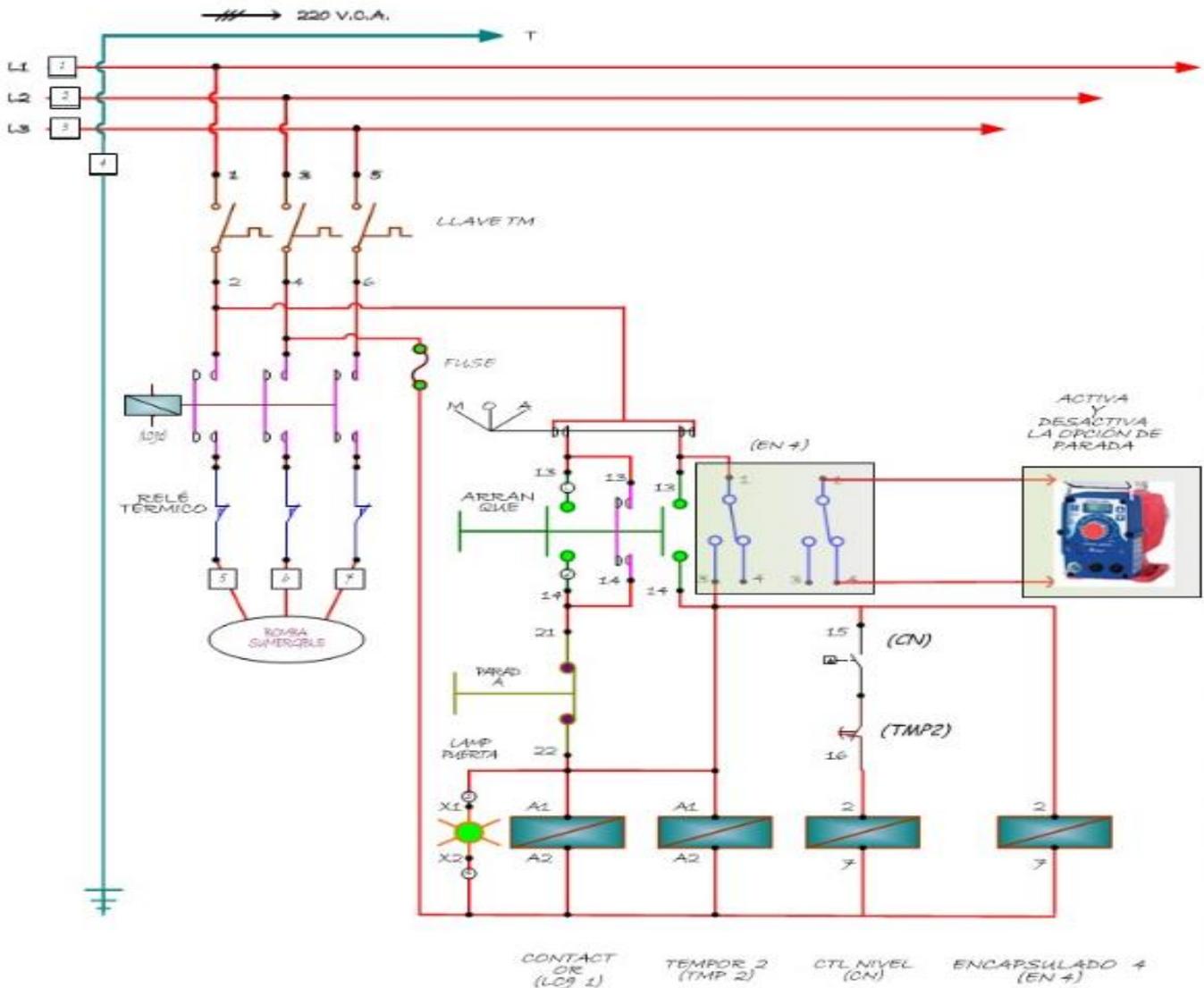
La conexión que se realiza desde el controlador al tablero eléctrico es solo por la suministración de energía y que este autómeta pueda prender. La conexión desde el sensor al controlador será exclusivamente para la lectura constante de pH.

La conexión de la bomba dosificadora al controlador es para obtener los comandos dados por el autómeta, a su vez tendrá que estar conectado con el tablero de control de nivel para que tenga la condición de la existencia de neutralizante en el recipiente de Dynafloc.

El control de nivel estará conectado a su respectivo tablero para ser enlazado con la bomba dosificadora y la pueda condicionar.

Para la conexión de la bomba sumergible con el tableto de control de nivel, se necesito un empalme del par de cables de esta bomba que venían desde la poza de efluentes residuales para que la bomba dosificadora este condicionada también a esta bomba que suministra los efluentes residuales a la PTAR.

Figura 33: Diagrama eléctrico incorporando el tablero de control de nivel al sistema eléctrico actual



Fuente: Elaboración propia utilizando Microsoft Visio

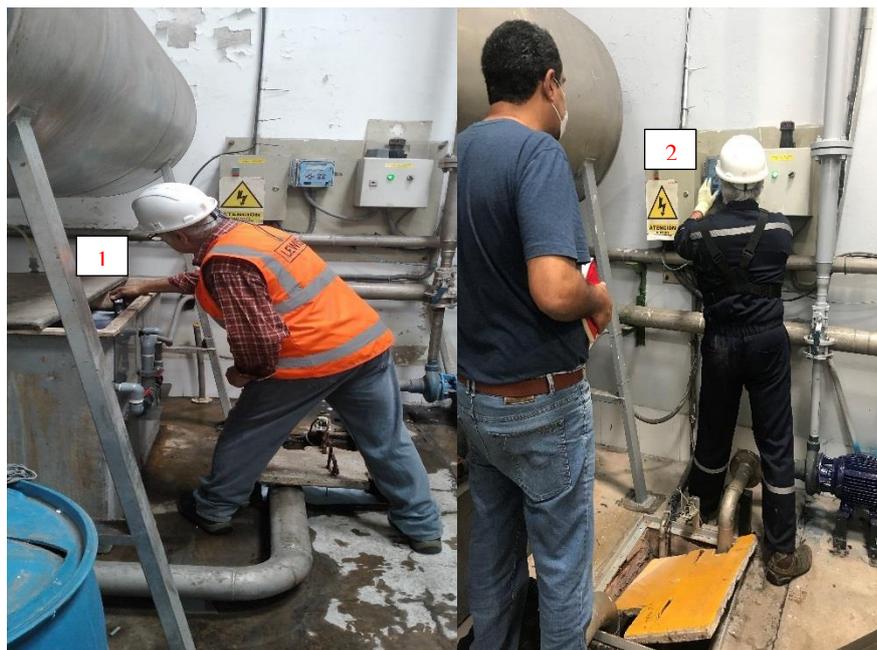
Configuración del controlador

Para la configuración del controlador de pH es necesario el manual del controlador marca WALCHEM modelo PH/ORP DP 420. El principio que se utiliza en el controlador para accionar la bomba dosificadora es el control 4-20 mA, siguiendo los pasos para colocar el *Set-point* ubicados en el manual del controlador (Walchem Corporation et al. 2008, p. 30) la selección del controlador es Menú>4-20mA.

Prueba de medición de pH

Para saber si el sensor de pH esta calibrado, es necesario contrastar el pH que se lee en la pantalla del peachimetro (1) con el controlador (2) que dispone el operario para tener una certeza sobre la medición del sensor del sistema de neutralización de pH como se observa en la **figura 34**.

Figura 34: Operario contrastando la lectura del sensor de pH con la lectura del peachimetro



Fuente: Elaboración propia

Fase 5: Pruebas

Memoria de data del controlador

El controlador tiene la ventaja de descargar toda las lecturas en un USB (1) con información necesaria para observar el comportamiento del pH desde la última calibración de pH tomando en cuenta que también se tiene que configurar la fecha y la hora en el controlador.

Esto será realizado con ayuda del manual del controlador WALCHEM PH/ORP DP420 en la sección Datalog (Walchem Corporation et al. 2008, p. 33). Este con-

trolador permitirá al autor recolectar la información tanto para el llenado del instrumento de exactitud del sistema como también para medir la eficacia que se está obteniendo de ella, extrayendo la memoria data visualizando los datos con ayuda del programa Microsoft Excel direccionando el controlador con la selección de Menú>Datalog>Current Datalog.

En la pantalla deberá aparecer un mensaje diciendo “Xfer In Progress... Mounting Disk” como se aprecia en la siguiente figura.

Figura 35: Extrayendo la memoria data del controlador en un USB



Fuente: Elaboración propia

Mejoras de la configuración

Se revisó el sistema durante un intervalo de tiempo que se determine como visitas para examinar el comportamiento del sistema y verificar si existe un error y mediante la configuración del controlador se pueda solucionar modificando los parámetros establecidos en este punto en el control 4-20 mA nuevamente (Menú>4-20 mA).

3.5.4. Post-test

Memoria Datalog

Luego de haber implementado la mejora, se pasó a retirar la memoria data del controlador que se extrajo en un formato Excel, se codificó y seleccionó fechas y horarios específicos para poder apreciar el comportamiento y la configuración del sistema en los distintos procesos productivos de la empresa y sus residuos hídricos derivados. Las fechas e intervalos de tiempo son del 1 al 15 de Agosto de 2020 incluidos en el **anexo 13**. Sin embargo, por ser muy extensa la relación de lecturas de pH en cada tabla, se mostrará solo uno de los más bajos índices que alcanzó el sistema automático de neutralización de pH durante el pos-test.

Tabla 18: Memoria data extraída el 7 de Agosto del 2020

Fecha	Hora	pH
7-Ago-20	7:31:07	7,08
7-Ago-20	7:41:07	7,02
7-Ago-20	7:51:07	6,98
7-Ago-20	8:01:07	7,29
7-Ago-20	8:11:07	7,25
7-Ago-20	8:21:07	7,43
7-Ago-20	8:31:07	7,54
7-Ago-20	8:41:07	7,57
7-Ago-20	8:51:07	7,74
7-Ago-20	9:01:07	7,58
7-Ago-20	9:11:07	7,70
7-Ago-20	9:21:07	7,81
7-Ago-20	9:31:07	7,95
7-Ago-20	9:41:07	7,96
7-Ago-20	9:51:07	8,03
7-Ago-20	10:01:07	7,75
7-Ago-20	10:11:07	8,06
7-Ago-20	10:21:07	7,82

7-Ago-20	10:31:07	7,53
7-Ago-20	10:41:07	7,58
7-Ago-20	10:51:07	7,53
7-Ago-20	11:01:07	7,51
7-Ago-20	11:11:07	7,39
7-Ago-20	11:21:07	7,47
7-Ago-20	11:31:07	7,38
7-Ago-20	11:41:07	7,39
7-Ago-20	11:51:07	7,24
7-Ago-20	12:01:07	7,21
7-Ago-20	12:11:07	7,14
7-Ago-20	12:21:07	7,01
7-Ago-20	12:31:07	7,08
7-Ago-20	12:41:07	6,98
7-Ago-20	12:51:07	6,92
7-Ago-20	13:01:07	6,93
7-Ago-20	13:11:21	6,88
7-Ago-20	13:21:21	6,96
7-Ago-20	13:31:21	6,96
7-Ago-20	13:41:21	7,11
7-Ago-20	13:51:21	7,28
7-Ago-20	14:01:21	7,14
7-Ago-20	14:11:21	7,24
7-Ago-20	14:21:21	7,26
7-Ago-20	14:31:21	7,06
7-Ago-20	14:41:21	7,23
7-Ago-20	14:51:21	7,29
7-Ago-20	15:01:21	7,16
7-Ago-20	15:11:21	7,26
7-Ago-20	15:21:21	7,21
7-Ago-20	15:31:21	6,93
7-Ago-20	15:41:21	6,91
7-Ago-20	15:51:21	7,12

7-Ago-20	16:01:21	7,17
7-Ago-20	16:11:21	7,05
7-Ago-20	16:21:21	7,01
7-Ago-20	16:31:21	6,97
7-Ago-20	16:41:21	6,78
7-Ago-20	16:51:21	6,62
7-Ago-20	17:01:21	6,69

Fuente: Elaboración propia

Post-test de la exactitud del sistema

Conforme se ha presentado la memoria data del controlador, se empezó a analizar las distintas actividades con una duración de 3 horas cada una. La Exactitud que se obtenga de cada actividad se encuentran en el **anexo 14**, debido a que se esta evaluando de manera diaria durante un periodo de 15 días (del 1 al 15 de Agosto) en el horario de una jornada laboral (7:30 hasta 17:30) donde se evidenciarán las distintas características de los efluentes de las maquinas de producción.

Tabla 19: Evaluación de la exactitud del sistema de la actividad 22 realizado el 13 de Agosto

INSTRUMENTO PARA LA EFICACIA DEL SISTEMA DE NEUTRALIZACIÓN DE PH			
Área:	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)		
Fecha:	07 / Agosto / 2020	Hora de inicio de actividad:	7:31
Actividad n°:	22	Hora de término de actividad:	17:01
		Tiempo total de actividad:	9,5 horas (570 minutos)
Encargado de la actividad:		Roberto	
Descripción de la actividad:	El encargado de la actividad tomará las lecturas de pH visualizadas en el controlador del sistema de neutralización de aguas residuales, también evaluará la exactitud de neutralización durante una jornada laboral.		
Intervalo de tiempo entre mediciones:		10 min	Total de mediciones: 58
Autorizado por:		La empresa en estudio	

Medición	Hora	Señal de referencia	Señal de salida	Margen de error
Nº	hh:mm	us (pH)	es (pH)	us - es (pH)
1	7:31:07	7	7,08	0,08
2	7:41:07	7	7,02	0,02
3	7:51:07	7	6,98	0,02
4	8:01:07	7	7,29	0,29
5	8:11:07	7	7,25	0,25
6	8:21:07	7	7,43	0,43
7	8:31:07	7	7,54	0,54
8	8:41:07	7	7,57	0,57
9	8:51:07	7	7,74	0,74
10	9:01:07	7	7,58	0,58
11	9:11:07	7	7,70	0,7
12	9:21:07	7	7,81	0,81
13	9:31:07	7	7,95	0,95
14	9:41:07	7	7,96	0,96
15	9:51:07	7	8,03	1,03
16	10:01:07	7	7,75	0,75
17	10:11:07	7	8,06	1,06
18	10:21:07	7	7,82	0,82
19	10:31:07	7	7,53	0,53
20	10:41:07	7	7,58	0,58
21	10:51:07	7	7,53	0,53
22	11:01:07	7	7,51	0,51
23	11:11:07	7	7,39	0,39
24	11:21:07	7	7,47	0,47
25	11:31:07	7	7,38	0,38
26	11:41:07	7	7,39	0,39
27	11:51:07	7	7,24	0,24
28	12:01:07	7	7,21	0,21
29	12:11:07	7	7,14	0,14
30	12:21:07	7	7,01	0,01
31	12:31:07	7	7,08	0,08
32	12:41:07	7	6,98	0,02
33	12:51:07	7	6,92	0,08
34	13:01:07	7	6,93	0,07
35	13:11:21	7	6,88	0,12

36	13:21:21	7	6,96	0,04
37	13:31:21	7	6,96	0,04
38	13:41:21	7	7,11	0,11
39	13:51:21	7	7,28	0,28
40	14:01:21	7	7,14	0,14
41	14:11:21	7	7,24	0,24
42	14:21:21	7	7,26	0,26
43	14:31:21	7	7,06	0,06
44	14:41:21	7	7,23	0,23
45	14:51:21	7	7,29	0,29
46	15:01:21	7	7,16	0,16
47	15:11:21	7	7,26	0,26
48	15:21:21	7	7,21	0,21
49	15:31:21	7	6,93	0,07
50	15:41:21	7	6,91	0,09
51	15:51:21	7	7,12	0,12
52	16:01:21	7	7,17	0,17
53	16:11:21	7	7,05	0,05
54	16:21:21	7	7,01	0,01
55	16:31:21	7	6,97	0,03
56	16:41:21	7	6,78	0,22
57	16:51:21	7	6,62	0,38
58	17:01:21	7	6,69	0,31
Promedio: $Es = \frac{\sum_{i=1}^n (us - es)}{n}$				0,33

Fuente: Elaboración propia

El resultado de esta evaluación observada en la **tabla 19** de la actividad realizada el 7 de Agosto del 2020, desde las 07:31 hasta las 17:31 es que la exactitud del sistema en este intervalo de tiempo es de $\pm 0,33$ pH, esto quiere decir que el margen de error que puede alcanzar en promedio el sistema en esta actividad es de 6,37 y 7,33 pH, valores que están dentro del rango establecido en esta investigación.

Análisis de la exactitud antes y después de la mejora del sistema

Estos resultados anteriores han sido satisfactorios, puesto que se ha visto un incremento frente la exactitud del sistema que disponía la empresa antes de la mejora (**tabla 8**) con un valor de margen de error a disminuido considerablemente dando a conocer la exactitud que ofrece este sistema implementado ah incrementado la exactitud de sus resultados y procesos.

Tabla 20: Exactitud antes de la implementación de la mejora

EXACTITUD ANTES DE LA MEJORA				
Fecha	Actividad	Sumatoria de margen de error	Cantidad de mediciones	Exactitud del sistema
dd/mm/aa	N°	pH		
05 / Marzo / 20	1	55,67	58	0,96
06 / Marzo / 20	2	45,87	58	0,79
07 / Marzo / 20	3	83,60	58	1,44
08 / Marzo / 20	4	151,84	58	2,62
09 / Marzo / 20	5	130,9	58	2,26
10 / Marzo / 20	6	125,41	58	2,16
11 / Marzo / 20	7	127,04	58	2,19
12 / Marzo / 20	8	104,65	58	1,80
13 / Marzo / 20	9	86,66	58	1,49
14 / Marzo / 20	10	116,8	58	2,01
15 / Marzo / 20	11	129,15	58	2,23
16 / Marzo / 20	12	80,06	58	1,38
17 / Marzo / 20	13	142,39	58	2,46
18 / Marzo / 20	14	160,10	58	2,76
19 / Marzo / 20	15	127,34	58	2,20

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior se muestra una relación de los resultados de todas las tablas realizadas en el pre test conformado por los datos más relevantes de cada tabla,

dando a conocer que se la exactitud del sistema antes de la mejora son insatisfactorios y en su mayoría con valores lejanos al valor que el autor propone llegar, esto evidencia la falta de control que tuvo el sistema antes de automatizar el proceso

Tabla 21: Exactitud después de la implementación de la mejora

EXACTITUD DESPUÉS DE LA MEJORA				
Fecha	Actividad	Sumatoria de margen de error	Cantidad de mediciones	Exactitud del sistema
dd/mm/aa	N°	pH		
01 / Agosto / 20	16	19,68	58	0,34
02 / Agosto / 20	17	40,94	58	0,71
03 / Agosto / 20	18	14,15	58	0,24
04 / Agosto / 20	19	22,74	58	0,39
05 / Agosto / 20	20	41,79	58	0,72
06 / Agosto / 20	21	27,78	58	0,48
07 / Agosto / 20	22	19,12	58	0,33
08 / Agosto / 20	23	70,68	58	1,22
09 / Agosto / 20	24	55,62	58	0,96
10 / Agosto / 20	25	52,92	58	0,91
11 / Agosto / 20	26	44,45	58	0,77
12 / Agosto / 20	27	30,04	58	0,52
13 / Agosto / 20	28	39,45	58	0,68
14 / Agosto / 20	29	52,89	58	0,91
15 / Agosto / 20	30	61,68	58	1,06

Fuente: Elaboración propia

Se ah verificado que la exactitud del sistema está siendo más efectiva en comparación al pre test, puesto que el sistema esta siendo controlado por un autómata inteligente con un algoritmo y funciones para poder realizar la neutralización por su cuenta, solo depende de que el operario energice todos los equipos disponibles en la PTAR y zona externa a ella, y que no falte el neutralizante Dynafloc.

Post-test de la Intervención humana

Para evaluar las nuevas operaciones que permitirá al operario intervenir en el sistema de neutralización de pH asistiéndolo de manera que permita que el sistema controle el pH y se mantenga disponible. Se analizó las actividades que el operario registró con el nuevo instrumento de la intervención humana en el sistema en el periodo de Agosto 2020.

Tabla 22: Evaluación de la intervención humana del periodo del 1 al 15 de Agosto del 2020

INSTRUMENTO PARA LA INTERVENCIÓN HUMANA					
Área:	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)				
Fecha:	01 al 15 de Agosto de 2020	Hora de inicio de jornada:		7:30	
Actividad n°:	2	Hora de término de jornada:		17:00	
Encargado de la actividad:	Roberto	Tiempo de operación real (Ttr):		8 horas (480 minutos)	
Descripción de la actividad:	El encargado de la actividad realizará las operaciones pertinentes para mantener el sistema de neutralización de pH en óptimas condiciones, por tanto, el objetivo es determinar la intervención humana diariamente durante un periodo de 15 días.				
Autorizado por:	La empresa en estudio				
Día	Descripción de la actividad	Hora de inicio	Hora de término	Tiempo de operación por el operario (To)	Índice de intervención humana
Nº		hh:mm	hh:mm	min	Donde: Ttr = 480 min
01 / Agosto / 20	No hubo actividad	-	-	0	0,00
02 / Agosto / 20	Mantenimiento al tanque mezclador estático	9:00	10:20	80	0,17
03 / Agosto / 20	Mantenimiento y calibración del sensor de pH	8:00	8:30	90	0,19
04 / Agosto / 20	No hubo actividad	-	-	0	0,00
05 / Agosto / 20	No hubo actividad	-	-	0	0,00
06 / Agosto / 20	No hubo actividad	-	-	0	0,00
07 / Agosto / 20	No hubo actividad	-	-	0	0,00
08 / Agosto / 20	Mantenimiento a la bomba dosificadora	8:30	9:45	75	0,16
09 / Agosto / 20	No hubo actividad	-	-	0	0,00
10 / Agosto / 20	No hubo actividad	-	-	0	0,00
11 / Agosto / 20	No hubo actividad	-	-	0	0,00
12 / Agosto / 20	No hubo actividad	-	-	0	0,00
13 / Agosto / 20	No hubo actividad	-	-	0	0,00
14 / Agosto / 20	No hubo actividad	-	-	0	0,00
15 / Agosto / 20	No hubo actividad	-	-	0	0,00

Fuente: Elaboración propia

Análisis de la intervención humana antes y después de la mejora

Se observa que las operaciones originadas por el operario han sido el mantenimiento del tanque mezclador estático que consistió en la eliminación de impurezas. El mantenimiento y calibración del sensor de pH y el mantenimiento de la bomba

dosificadora fueron realizados por un técnico tercerizado de la empresa INGENIA S.A. Esto quiere decir que durante el tiempo total de operación del sistema, la única intervención que realizó el operario fue el día número 2, con un tiempo de 80 minutos, y el técnico intervino en los días 3 y 8 con un tiempo de 90 y 75 minutos respectivamente.

Estas operaciones cuyos lapsos de tiempos fueron, incluso, menores a los tiempos que se calcularon en los diagrama de análisis de procesos que se establecieron en la mejora, dan a conocer el vinculo del operario y el sistema de neutralización de pH y el historial que tendrá este sistema puede estar sujeto a criterio del operario para proyectarse en las siguientes intervenciones, estas intervenciones no necesariamente es necesario detener el sistema de neutralización de pH, sin embargo estan incluidas en las actividades percibidas.

Tabla 23: La intervención humana antes y después de la implementación de la mejora

INTERVENCIÓN HUMANA ANTES DE LA MEJORA				INTERVENCIÓN HUMANA DESPUÉS DE LA MEJORA			
Fecha: Del 5 al 19	Descripción de actividad	Duración (min)	Índice de Intervención Humana	Fecha: Del 1 al 15	Descripción de actividad	Duración (min)	Índice de Intervención Humana
Día n°				Día n°			
05 / Marzo / 20	No hubo actividad	0	0,00	01 / Agosto / 20	No hubo actividad	0	0,00
06 / Marzo / 20	No hubo actividad	0	0,00	02 / Agosto / 20	Mantenimiento al tanque mezclador estático	80	0,17
07 / Marzo / 20	No hubo actividad	0	0,00	03 / Agosto / 20	Mantenimiento y calibración del sensor de pH	90	0,19
08 / Marzo / 20	No hubo actividad	0	0,00	04 / Agosto / 20	No hubo actividad	0	0,00
09 / Marzo / 20	Mantenimiento al tanque mezclador estático	180	0,38	05 / Agosto / 20	No hubo actividad	0	0,00
10 / Marzo / 20	No hubo actividad	0	0,00	06 / Agosto / 20	No hubo actividad	0	0,00
11 / Marzo / 20	No hubo actividad	0	0,00	07 / Agosto / 20	No hubo actividad	0	0,00
12 / Marzo / 20	No hubo actividad	0	0,00	08 / Agosto / 20	Mantenimiento a la bomba dosificadora	75	0,16
13 / Marzo / 20	No hubo actividad	0	0,00	09 / Agosto / 20	No hubo actividad	0	0,00
14 / Marzo / 20	No hubo actividad	0	0,00	10 / Agosto / 20	No hubo actividad	0	0,00
15 / Marzo / 20	No hubo actividad	0	0,00	11 / Agosto / 20	No hubo actividad	0	0,00
16 / Marzo / 20	Calibración de peachimetro	20	0,04	12 / Agosto / 20	No hubo actividad	0	0,00
17 / Marzo / 20	No hubo actividad	0	0,00	13 / Agosto / 20	No hubo actividad	0	0,00
18 / Marzo / 20	No hubo actividad	0	0,00	14 / Agosto / 20	No hubo actividad	0	0,00
19 / Marzo / 20	No hubo actividad	0	0,00	15 / Agosto / 20	No hubo actividad	0	0,00

Fuente: Elaboración propia

Post-test de la disponibilidad del sistema

En esta evaluación se está calculando el tiempo en que el sistema estuvo disponible y apta para neutralizar el pH, estas operaciones que son realizadas por el operario quien realizó el mantenimiento al tanque mezclador estático y el técnico quien realizó el mantenimiento a la bomba dosificadora, en un periodo de 15 días en las que se tuvo que detener el sistema como protocolo de los procesos que se ha asignado al operario.

Tabla 24: Evaluación de la disponibilidad del sistema del periodo de Agosto del 2020

INSTRUMENTO PARA LA DISPONIBILIDAD DEL SISTEMA					
Área:	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)				
Fecha:	01 al 15 de Agosto de 2020	Hora de inicio de operaciones por día:	7:30		
		Hora de término de operaciones por día:	17:00		
Actividad n°:	2	Tiempo total de operación por día (Tts):	8 horas (480 minutos)		
Encargado de la actividad:	Roberto				
Descripción de la actividad:	El encargado del mantenimiento se ocupará de asistir el sistema siempre y cuando éste lo requiera. El sistema fue diseñado para estar operativo durante un tiempo prolongado, por tanto, se analizará la disponibilidad del sistema día por día durante un intervalo de 15 días.				
Autorizado por:	La empresa en estudio				
Día	Descripción del mantenimiento	Hora de inicio	Hora de término	Tiempo de parada (Tpm)	Índice de disponibilidad $D = \frac{Tts - Tpm}{Tts}$ Donde: Tts = 480 min
Nº		hh:mm	hh:mm	min	
01 / Agosto / 20	No hubo actividad	-	-	0	1,00
02 / Agosto / 20	Mantenimiento al tanque mezclador estático	9:00	10:20	80	0,83
03 / Agosto / 20	No hubo actividad	-	-	0	1,00
04 / Agosto / 20	No hubo actividad	-	-	0	1,00
05 / Agosto / 20	No hubo actividad	-	-	0	1,00
06 / Agosto / 20	No hubo actividad	-	-	0	1,00
07 / Agosto / 20	No hubo actividad	-	-	0	1,00
08 / Agosto / 20	Mantenimiento a la bomba dosificadora	8:30	9:45	75	0,84
09 / Agosto / 20	No hubo actividad	-	-	0	1,00
10 / Agosto / 20	No hubo actividad	-	-	0	1,00
11 / Agosto / 20	No hubo actividad	-	-	0	1,00
12 / Agosto / 20	No hubo actividad	-	-	0	1,00
13 / Agosto / 20	No hubo actividad	-	-	0	1,00
14 / Agosto / 20	No hubo actividad	-	-	0	1,00
15 / Agosto / 20	No hubo actividad	-	-	0	1,00

Fuente: Elaboración propia

Análisis de la disponibilidad antes y después de la mejora

De acuerdo con las operaciones registradas en el instrumento de la intervención humana, se sustrajeron solo las operaciones que demandan detener el sistema o encontrar un tiempo en que el sistema se encuentre sin utilizarse, puesto que este tiempo será en que el sistema no se encontró disponible. Los resultados fueron

que en un periodo de 2 horas con 35 minutos dentro del lapso de 120 horas (15 días con un tiempo de operación por día de 8 horas), esto quiere decir que, los días en el que el sistema estuvo disponible y apta para ejercer la neutralización de pH fue casi todo el intervalo de los 15 días a excepción de el día número 2 y 8 que surgen estas actividades, causando la reducción de su porcentaje a un 83 y un 84% respectivamente; luego de ello, en cualquier momento en que la empresa se encuentre produciendo y sus aguas residuales se tengan que neutralizar, estará apta y disponible para realizar su función.

Tabla 25: Disponibilidad antes y después de la implementación de la mejora

DISPONIBILIDAD ANTES DE LA MEJORA				DISPONIBILIDAD DESPUÉS DE LA MEJORA			
Fecha: Del 5 al 19 de Marzo de 2020	Descripción de actividad	Duración (min)	Disponibilidad del sistema	Fecha: Del 1 al 15 de Agosto de 2020	Descripción de actividad	Duración (min)	Disponibilidad del sistema
Día n°				Día n°			
05 / Marzo / 20	No hubo actividad	0,00	1,00	01 / Agosto / 20	No hubo actividad	0,00	1,00
06 / Marzo / 20	No hubo actividad	0,00	1,00	02 / Agosto / 20	Mantenimiento al tanque mezclador estático	80,00	0,83
07 / Marzo / 20	No hubo actividad	0,00	1,00	03 / Agosto / 20	No hubo actividad	0,00	1,00
08 / Marzo / 20	No hubo actividad	0,00	1,00	04 / Agosto / 20	No hubo actividad	0,00	1,00
09 / Marzo / 20	Mantenimiento al tanque mezclador estático	180,00	0,63	05 / Agosto / 20	No hubo actividad	0,00	1,00
10 / Marzo / 20	No hubo actividad	0,00	1,00	06 / Agosto / 20	No hubo actividad	0,00	1,00
11 / Marzo / 20	No hubo actividad	0,00	1,00	07 / Agosto / 20	No hubo actividad	0,00	1,00
12 / Marzo / 20	No hubo actividad	0,00	1,00	08 / Agosto / 20	Mantenimiento a la bomba dosificadora	75,00	0,84
13 / Marzo / 20	No hubo actividad	0,00	1,00	09 / Agosto / 20	No hubo actividad	0,00	1,00
14 / Marzo / 20	No hubo actividad	0,00	1,00	10 / Agosto / 20	No hubo actividad	0,00	1,00
15 / Marzo / 20	No hubo actividad	0,00	1,00	11 / Agosto / 20	No hubo actividad	0,00	1,00
16 / Marzo / 20	Calibración de peachimetro	20,00	0,96	12 / Agosto / 20	No hubo actividad	0,00	1,00
17 / Marzo / 20	No hubo actividad	0,00	1,00	13 / Agosto / 20	No hubo actividad	0,00	1,00
18 / Marzo / 20	No hubo actividad	0,00	1,00	14 / Agosto / 20	No hubo actividad	0,00	1,00
19 / Marzo / 20	No hubo actividad	0,00	1,00	15 / Agosto / 20	No hubo actividad	0,00	1,00

Fuente: Elaboración propia

Post-test de la eficacia

Así como se evaluó la exactitud del sistema, de la misma manera se utilizó el instrumento de la eficacia, para determinar si el margen de error resultante del sistema, influye o no en el rango de pH que se ha establecido en esta investigación, por lo tanto, se va a analizar la memoria data del controlador del 1 al 15 de Agosto de 2020 ubicados en el **anexo 13** y en paralelo se extraerá una tabla del post-test

eficacia **anexo 15** donde presente un alto índice de eficacia, para poder deducir lo que pudo haber afectado este resultado.

Tabla 26: Evaluación de la eficacia del sistema de la actividad 22 realizado el 13 de Agosto

INSTRUMENTO PARA LA EFICACIA DEL SISTEMA DE NEUTRALIZACIÓN DE PH						
Área:	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)					
Fecha:	07 / Agosto / 2020	Hora de inicio de actividad:		07:31		
		Hora de término de actividad:		17:01		
		Tiempo total disponible:		9,5 horas (570 minutos)		
Actividad n°:	22	Rango objetivo de pH:	mínimo:	6	máximo:	8
Encargado de la actividad:	Roberto					
Descripción de la actividad:	El encargado de la actividad recopilará las lecturas de pH dadas por el controlador, estas lecturas se validarán si están o no en el rango de pH establecido por la empresa.					
Intervalo de tiempo entre mediciones:	10 minutos			Total de mediciones (Tm):	58	
Autorizado por:	La empresa en estudio					
Medición N°	Hora hh:mm	Lectura de PH		¿La Lectura se encuentra en el rango de 6 a 8? SI/NO		
1	07:31:07	7,08		Sí		
2	07:41:07	7,02		Sí		
3	07:51:07	6,98		Sí		
4	08:01:07	7,29		Sí		
5	08:11:07	7,25		Sí		
6	08:21:07	7,43		Sí		
7	08:31:07	7,54		Sí		
8	08:41:07	7,57		Sí		

9	08:51:07	7,74	Sí
10	09:01:07	7,58	Sí
11	09:11:07	7,70	Sí
12	09:21:07	7,81	Sí
13	09:31:07	7,95	Sí
14	09:41:07	7,96	Sí
15	09:51:07	8,03	No
16	10:01:07	7,75	Sí
17	10:11:07	8,06	No
18	10:21:07	7,82	Sí
19	10:31:07	7,53	Sí
20	10:41:07	7,58	Sí
21	10:51:07	7,53	Sí
22	11:01:07	7,51	Sí
23	11:11:07	7,39	Sí
24	11:21:07	7,47	Sí
25	11:31:07	7,38	Sí
26	11:41:07	7,39	Sí
27	11:51:07	7,24	Sí
28	12:01:07	7,21	Sí
29	12:11:07	7,14	Sí
30	12:21:07	7,01	Sí
31	12:31:07	7,08	Sí
32	12:41:07	6,98	Sí
33	12:51:07	6,92	Sí
34	13:01:07	6,93	Sí
35	13:11:21	6,88	Sí
36	13:21:21	6,96	Sí
37	13:31:21	6,96	Sí
38	13:41:21	7,11	Sí
39	13:51:21	7,28	Sí
40	14:01:21	7,14	Sí

41	14:11:21	7,24	Sí
42	14:21:21	7,26	Sí
43	14:31:21	7,06	Sí
44	14:41:21	7,23	Sí
45	14:51:21	7,29	Sí
46	15:01:21	7,16	Sí
47	15:11:21	7,26	Sí
48	15:21:21	7,21	Sí
49	15:31:21	6,93	Sí
50	15:41:21	6,91	Sí
51	15:51:21	7,12	Sí
52	16:01:21	7,17	Sí
53	16:11:21	7,05	Sí
54	16:21:21	7,01	Sí
55	16:31:21	6,97	Sí
56	16:41:21	6,78	Sí
57	16:51:21	6,62	Sí
58	17:01:21	6,69	Sí
Nota:	Las lecturas de pH extraídas son previamente analizadas por el controlador, con el algoritmo integrado en su memoria capaz de obtener el valor de pH resultante en el transcurso de cada 10 minutos; por tanto, si la lectura de pH está en el rango de 6 a 8, se considera que todo el intervalo de tiempo haya estado en el rango permitido		
Total de resultados dentro del rango (Ten):			56
Índice de eficacia: $Efi = \frac{T_{en}}{T_m}$			0,97

Fuente: Elaboración propia

En esta actividad realizada el 7 de agosto de 2020 en el horario inicial de una jornada laboral, se analiza que solo 20 minutos de un periodo de 580 minutos el sistema estuvo dentro del rango de pH establecido por el autor; esto quiere decir que, el 98% de este intervalo de tiempo evaluado, el sistema es eficaz.

Análisis de la eficacia antes y después de la mejora

Se han evaluado 15 días en un turno de una jornada laboral, con la finalidad de solventar una evaluación completa sin distinguir el tipo de actividad productiva y así, el pH de los efluentes que resulten de las distintas actividades se obtiene una eficacia resultante de la implementación de la mejora.

Tabla 27: Eficacia antes de la implementación de la mejora

EFICACIA ANTES DE LA MEJORA				
Fecha	Actividad	Total de resultados dentro del rango de 6 a 8 Ph (Ten)	Total de mediciones (Tm)	Índice de eficacia $Efi = \frac{T_{en}}{T_m}$
dd/mm/aa	Nº			
05 / Marzo / 20	1	43	58	0,74
06 / Marzo / 20	2	46	58	0,79
07 / Marzo / 20	3	3	58	0,05
08 / Marzo / 20	4	11	58	0,19
09 / Marzo / 20	5	13	58	0,22
10 / Marzo / 20	6	14	58	0,24
11 / Marzo / 20	7	6	58	0,10
12 / Marzo / 20	8	10	58	0,17
13 / Marzo / 20	9	9	58	0,16
14 / Marzo / 20	10	0	58	0,00
15 / Marzo / 20	11	4	58	0,07
16 / Marzo / 20	12	13	58	0,22
17 / Marzo / 20	13	9	58	0,16
18 / Marzo / 20	14	4	58	0,07
19 / Marzo / 20	15	21	58	0,36

Fuente: Elaboración propia

La eficacia estuvo por debajo de lo esperado por el autor, sin embargo estos resultados reflejan una actividad ineficaz asumiendo que el error humano es la que la

genera, así también el control que se tiene al momento de neutralizar el pH es limitado.

Tabla 28: Eficacia después de la implementación de la mejora

EFICACIA DESPUÉS DE LA MEJORA				
Fecha	Actividad	Total de resultados dentro del rango de 6 a 8 Ph (Ten)	Total de mediciones (Tm)	Índice de eficacia $Efi = \frac{T_{en}}{T_m}$
dd/mm/aa	Nº			
01 / Agosto / 20	16	57	58	0,98
02 / Agosto / 20	17	56	58	0,97
03 / Agosto / 20	18	57	58	0,98
04 / Agosto / 20	19	50	58	0,86
05 / Agosto / 20	20	51	58	0,88
06 / Agosto / 20	21	48	58	0,83
07 / Agosto / 20	22	56	58	0,97
08 / Agosto / 20	23	36	58	0,62
09 / Agosto / 20	24	40	58	0,69
10 / Agosto / 20	25	46	58	0,79
11 / Agosto / 20	26	50	58	0,86
12 / Agosto / 20	27	54	58	0,93
13 / Agosto / 20	28	49	58	0,84
14 / Agosto / 20	29	44	58	0,76
15 / Agosto / 20	30	31	58	0,53

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior se demuestra cambios significativos en la eficacia después de haber realizado la implementación de un sistema de control automático, con altos índices que resultan de haber modificado la operación manual por la automática y controlada. Los resultados son los esperados por le autor puesto que no solo utilizó un controlador para que ejecutara la neutralización de pH, sino que este controlador es específicamente para el tratamiento de aguas, y su principal enfoque es tratar la alcalinidad y la acides.

3.5.5. Análisis financiero

El análisis financiero consiste en identificar el flujo de caja que se efectuarán en un futuro cercano y verificar el retorno de la inversión. A su vez, se estaría calculando

el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) con la finalidad de calificar la investigación si es rentable o no para la empresa en estudio, a continuación se presentaran los costos de la implementación de la mejora.

Tabla 29: Costos de la implementación de la mejora

Inversión de la mejora	Costo (Soles)
Controlador	5050,00
Sensor de pH	1020,00
Kit tuberías para sensor	55,00
Tablero eléctrico	650,00
Total de inversión	6785,00

Fuente: Elaboración propia

Los equipos necesarios para implementar el sistema automático de neutralización de pH son: un controlador WALCHEM, un sensor de pH marca WALCHEM y compatible con el controlador, un kit de tuberías para posicionar el sensor de pH y sea de fácil manipulación, el tablero eléctrico para el circuito eléctrico integrando el control de nivel con la bomba dosificadora, dando un total de S/ 6785,00 como costo de inversión en la mejora.

Adicional a ello, el investigador tiene costos adicionales a la inversión en la implementación de la mejora, estos costos se deduden en la siguiente tabla.

Tabla 30: Costos por el investigador

Costo del investigador	Cantidad	Unidad	Costo Unitario (S/)	Total (S/)
Costo de tiempo dedicado a la investigación	680	h	1,03	700,40

Fuente: Elaboración propia

Estos costos mencionados en la tabla anterior hacen referencia al tiempo y los gastos netamente académicos para realizar el presente proyecto y desarrollo de la investigación, considerando una cantidad de S/ 700,40 que serán llevados al flujo de caja conjuntamente con la inversión en la mejora.

Tabla 31: Criterios para evaluar los costos del proceso de neutralización de pH

Fecha de consulta	30 de Setiembre 2020
Tipo de cambio (S/ - \$)	3,56
Costo Hora/Hombre	3,87
Tasa de interés (TEA)	3,17%
Costo Dynafloc (\$)	380,00

Fuente: Elaboración propia

Los datos mencionados en la tabla anterior hacen referencia al tipo de cambio Dólar/Soles estipulados el 30 de Setiembre del 2020, así también se calculó el costo hora/hombre de una remuneración básica establecida por el estado de un total de S/ 930 por un total de 240 horas mensuales, la tasa de interés bancario del 3.17 % anual fue establecido gracias a una evaluación de un préstamo de S/11000,00 diagnosticado para ser pagado en 12 cuotas, lo cual resulta una serie de tasas de interés de diferentes entidades bancarias como Banco Azteca, Banco de comercio, Banco Falabella, entre otros; hallando su promedio aritmético de una relación de 8 tasas efectivas anuales mostradas en el **anexo 16**. Obteniendo el TEA, se realizó la conversión a una tasa mensual, dándonos un valor de 0,26%. Por último, el costo del Dynafloc AM de \$380 es proporcionado por los ejecutivos comerciales de la empresa INGENIA S.A. ubicado en el distrito de Los Olivos.

Tabla 32: Beneficio debido a la implementación de la mejora

Costo del proceso de neutralización	Antes	Después	Antes (S/)	Después (S/)
Costos de mano de obra	3h/mes	3h/mes	11,61	11,61
Cantidad de neutralizante(*)	6 m3/mes	4,5 m3/mes	8116,80	6087,60
Costo mensual por el proceso de neutralización			8128,41	6099,21
Beneficio debido a la mejora			2029,20	
(*) El tipo de cambio se cotizó al valor de 3.56 soles/dolar				

Fuente: Elaboración propia

En la anterior tabla se refleja un estado de antes y después de la mejora, quien se ve involucrado los costos de mano de obra y la cantidad del neutralizante que se requiere mensualmente. Se ha determinado que las horas necesarias en un periodo mensual no hubo ninguna reducción y la cantidad de neutralizante (insumo) si hubo

una reducción de 6 m³ a 4,5 m³ mensuales, y el ahorro percibido debido a la implementación del sistema automático es de un total de S/ 2029,20, considerándolos como beneficio para la elaboración del flujo de caja y evaluarlo en un periodo de 12 meses.

Tabla 33: Costos para el sostenimiento de la mejora

Actividades para el sostenimiento de la mejora	Cantidad en Dólares(*)	Cantidad en Soles
Mantemimiento bomba dosificadora	60,00	213,60
Mantenimiento sensor de pH	55,00	195,80
Costo total de sostenimiento de la mejora	115,00	409,40
(*) El tipo de cambio se cotizo al valor de 3,56 Soles/Dolar		

Fuente: Elaboración propia

Se analizó que es necesario cubrir con el costo del mantenimiento a la bomba dosificadora y al mantenimiento del sensor de pH, puesto que el primer equipo mencionado no contaba con un mantenimiento previo a la mejora, y el segundo equipo es el mantenimiento del sensor de pH que es una pieza fundamental para el funcionamiento de la neutralización de pH de manera automática, ambos mantenimientos cubren el total de \$ 115 que vienen a ser S/ 409,00 al tipo de cambio de S/ 3,56.

Tabla 34: Flujo de caja después de la implementación de la mejora

	Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 11	Mes 12
Ingresos potencial												
Beneficio		2029,20	2029,20	2029,20	2029,20	2029,20	2029,20	2029,20	2029,20	2029,20	2029,20	2029,20
Total ingresos potencial		2029,20	2029,20	2029,20	2029,20	2029,20	2029,20	2029,20	2029,20	2029,20	2029,20	2029,20
Egresos												
Inversión en la mejora	6775,00											
Costos por el investigador	700,40											
Costos por el sostenimiento de la mejora		409,40	409,40	409,40	409,40	409,40	409,40	409,40	409,40	409,40	409,40	409,40
Total egresos	7475,40	409,40	409,40	409,40	409,40	409,40	409,40	409,40	409,40	409,40	409,40	409,40
Total flujo de efectivo	-7475,40	1619,80	1619,80	1619,80	1619,80	1619,80	1619,80	1619,80	1619,80	1619,80	1619,80	1619,80
Total flujo de efectivo neto	-7475,40	-5855,60	-4235,80	-2616,00	-996,20	623,60	2243,40	3863,20	5483,00	7102,80	8722,60	10342,40

Fuente: Elaboración propia

El flujo de caja estimado ha sido calculado con ayuda de los datos registrados en las **tablas 33, 34, 35, 36 y 37** para comprender los ingresos, egresos y el flujo de caja que se obtienen con una inversión de S/ 7475,40, con un ingreso de S/ 2029,20 y un costo por el sostenimiento de la mejora de S/ 409,40, ambos montos mensuales. El flujo efectivo demuestra que la inversión va a ser retornada en el mes 5, y a partir de este mes, se empezarían a observar las utilidades.

Tabla 35: Cálculo del VAN y TIR

TEA		3,17%
Tasa de interés mensual		0,26%
VAN	S/.	10 067,55
TIR		18%

Fuente: Elaboración propia

Por último, gracias a la tabla de flujo de caja, se ha podido determinar que, a un interés mensual de 0,26%, el VAN es de S/ 10067,55 y el TIR de 18% validando así la viabilidad del presente proyecto de investigación.

Además, se ah calculado el costo beneficio de la presente investigación, mostrandose en la siguiente tabla.

Tabla 36: Beneficio/Costo de la investigación

	Total (S/)
VAN	10067,55
Inversión	7475,40
B/C	1,35

Fuente: Elaboración propia

La **tabla 40** refleja un beneficio/costo de 1,35, valor que es mayor a 1 y permite considerar que los beneficios es mayor que los sacrificios, por tanto, el proyecto generara un beneficio para la empresa en estudio.

3.6. Métodos de análisis de datos

- Análisis estadístico descriptivo

Para esta investigación se utilizará el análisis estadístico descriptivo como método para analizar los datos obtenidos mediante las dimensiones y describir el comportamiento que estos tienen como repercusión del problema y también el comportamiento cuando haya sido implementado la mejora.

- Análisis estadístico inferencial

La tesis utilizará el análisis estadístico inferencial como método para identificar mediante pruebas, mediciones que van a ser concluidas en una idea por medio de las inferencias y tener la capacidad de comprender este comportamiento.

3.7. Aspectos éticos

El presente estudio deja claro que no expuso datos de la empresa y conservarla en el anonimato puesto que la presente investigación estuvo utilizando sus instalaciones solo para fines académicos, por lo que se brindó una copia de este proyecto para que la empresa brinde su conformidad mediante lo estipulado dentro del estudio y sus respectivas conclusiones y recomendaciones para la mejora continua de este sistema a implementar.

También, se veló por mantener la imagen de la empresa, siendo un factor clave de esta investigación, el respeto de sus instalaciones, metodología, políticas internas y sus lineamientos.

IV. RESULTADOS

La presente investigación utilizó el **análisis descriptivo** que consiste en la comparación de los datos de las dimensiones de la variable independiente.

Análisis descriptivo de la disponibilidad

Continuando con los análisis descriptivos, se procede a sintetizar los resultados de la dimensión **disponibilidad** del sistema.

Tabla 37: Estadística descriptiva de la disponibilidad antes y después

Descriptivos

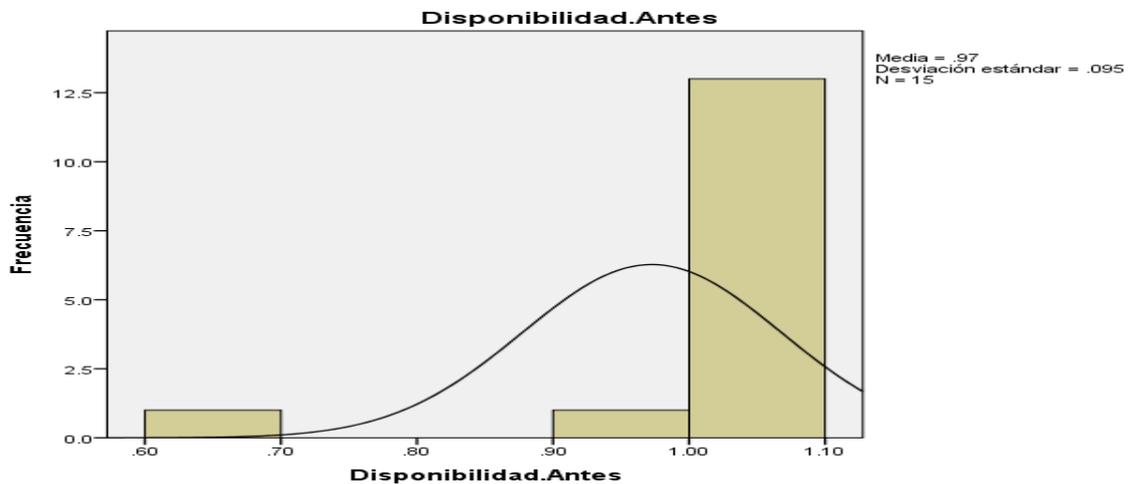
		Estadístico	Error estándar	
Disponibilidad.Antes	Media	.9727	.02462	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	.9199	
		Límite superior	1.0255	
	Media recortada al 5%	.9902		
	Mediana	1.0000		
	Varianza	.009		
	Desviación estándar	.09535		
	Mínimo	.63		
	Máximo	1.00		
	Rango	.37		
	Rango intercuartil	.00		
	Asimetría	-3.800	.580	
	Curtosis	14.567	1.121	
Disponibilidad.Después	Media	.9780	.01500	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	.9458	
		Límite superior	1.0102	
	Media recortada al 5%	.9850		
	Mediana	1.0000		
	Varianza	.003		
	Desviación estándar	.05809		

Mínimo	.83	
Máximo	1.00	
Rango	.17	
Rango intercuartil	.00	
Asimetría	-2.410	.580
Curtosis	4.391	1.121

Fuente: Elaboración propia

De la **tabla 37**, en cuanto a la media no hubo un cambio significativo tratándose de 0,0053, no obstante el valor mínimo aumento 0,20.

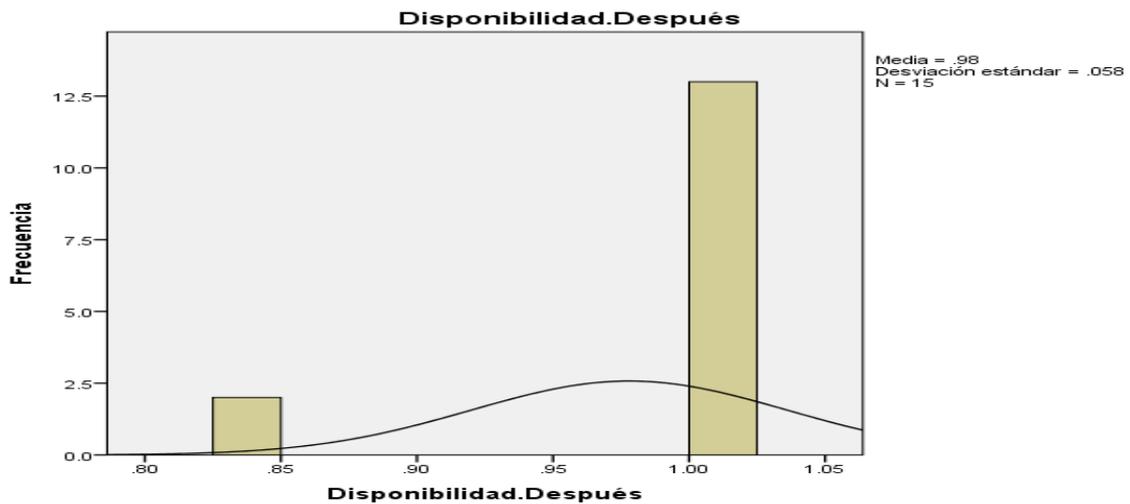
Figura 36: Histograma de la disponibilidad antes de la implementación de la automatización



Fuente: Elaboración propia

De la figura anterior, se resalta una media de 0,97 con una desviación estándar de 0,095.

Figura 37: Histograma de la disponibilidad después de la implementación de la mejora



Fuente: Elaboración propia

Con relación a la disponibilidad antes de la implementación de la automatización (figura 36), en esta figura de la disponibilidad después de la implementación de la automatización hubo una reducción de la curva de la desviación estándar en un 0,37.

Análisis descriptivo de la eficacia

Se procederá a detallar los resultados de la última dimensión **eficacia** del sistema para determinar las variaciones y conductas de los valores colocados en el programa SPSS.

Tabla 38: Estadística descriptiva de la eficacia antes y después

Descriptivos

		Estadístico	Error estándar	
Eficacia Antes	Media	.2420	.06131	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	.1105	
		Límite superior	.3735	
	Media recortada al 5%	.2239		
	Mediana	.1800		
	Varianza	.056		

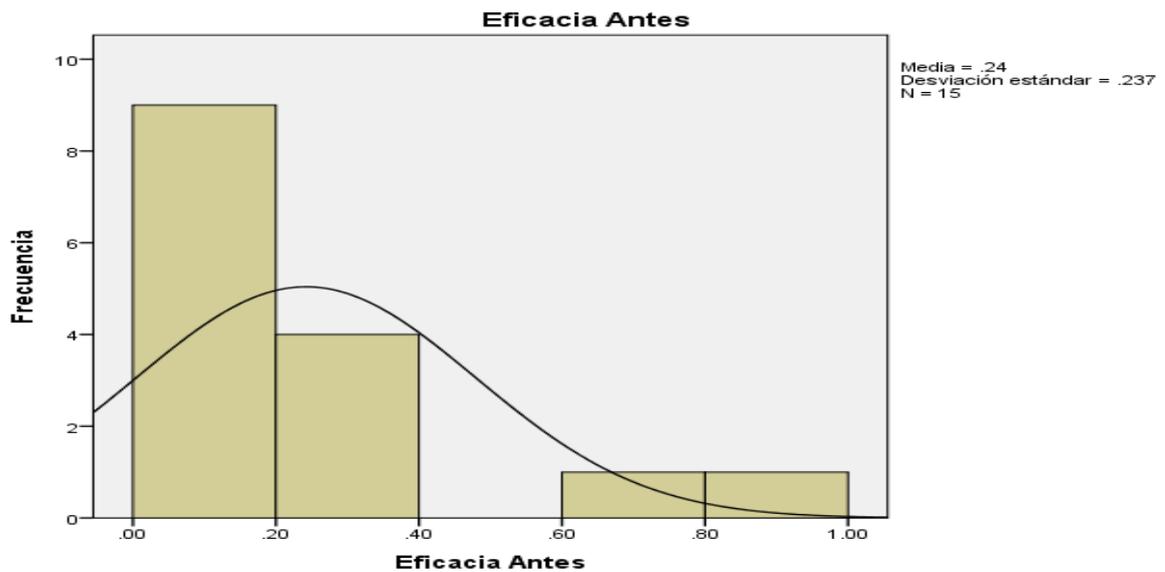
	Desviación estándar	.23746	
	Mínimo	.00	
	Máximo	.81	
	Rango	.81	
	Rango intercuartil	.18	
	Asimetría	1.731	.580
	Curtosis	2.379	1.121
Eficacia Después	Media	.8473	.03568
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior Límite superior	.7708 .9239
	Media recortada al 5%	.8559	
	Mediana	.8800	
	Varianza	.019	
	Desviación estándar	.13818	
	Mínimo	.54	
	Máximo	1.00	
	Rango	.46	
	Rango intercuartil	.21	
	Asimetría	-.937	.580
	Curtosis	.296	1.121

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior, se demuestra la reducción de la media en 0,6053, también se puede observar que la eficacia antes de la implementación del sistema de control automático está ubicado entre 0,1105 como límite inferior y 0,3735 como límite superior.

En cambio, la eficacia después ah reducido su media en 0,8473, ubicándose en el limite inferior 0,7708 y el superior 0,9239. En cuanto a su varianza, la diferencia percibida es de 0,37 el rango del margen de error se redujo en 0.85.

Figura 38: Histograma de la eficacia antes de la implementación de la automatización

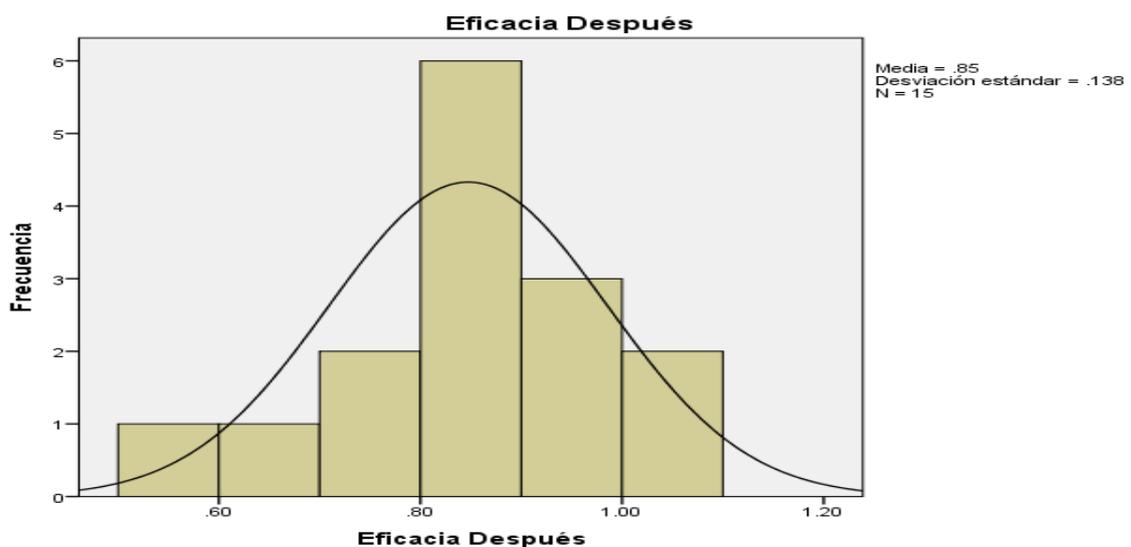


Fuente: Elaboración propia

En la figura anterior, el intervalo de valores de exactitud entre 0,00 y 0,20 tuvieron más frecuencia, sin embargo, la eficacia llegó a estar entre 0,60 y 1,00 con una frecuencia de 1 en ambos valores.

A continuación se presentará el histograma de la eficacia después de la implementación de la automatización, cuya evaluación evidenciará el efecto que ha causado la metodología y herramienta utilizada en esta investigación.

Figura 39: Histograma de la eficacia después de la implementación de la automatización



Fuente: Elaboración propia

En la figura anterior, se aprecia una eficacia mas controlada, con una desviación estándar de 0,138 y una media de 0,85.

Análisis inferencial de disponibilidad

Se va a desglosar el análisis de la **primera hipótesis específica**

Ha: La automatización mejora la disponibilidad del sistema del proceso de neutralización de pH de aguas residuales en una empresa textil, Lima 2020.

El objetivo de poder comprobar la primera hipótesis específica, es para determinar si los datos que corresponden a la serie de la **disponibilidad** antes y después se obtiene un comportamiento paramétrico. Debido a que las series de los datos son menores a 30, se procederá a realizar el análisis de normalidad con la prueba de **Shapiro-Wilk**.

Regla de decisión:

Si $p_{valor} \leq 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico.

Si $p_{valor} > 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico.

Tabla 39: Pruebas de normalidad de la disponibilidad

Pruebas de normalidad

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Disponibilidad.Antes	.326	15	.000
Disponibilidad.Después	.418	15	.000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia

La **tabla 39** refleja que la disponibilidad antes de la implementación de un sistema de control automático se obtiene una significancia de 0,000 o 0%, esto quiere decir

que los resultados muestran una distribución no paramétrica, al igual manera la significancia de la disponibilidad después de la implementación.

Dentro de este caso se verifica la contrastación de la **primera hipótesis específica**

- Ho: La automatización no mejora la disponibilidad del sistema del proceso de neutralización de pH de aguas residuales en una empresa textil, Lima 2020.
- Ha: La automatización mejora la disponibilidad del sistema del proceso de neutralización de pH de aguas residuales en una empresa textil, Lima 2020.

Regla de decisión

$$H_0: \mu_a \geq \mu_d$$

$$H_a: \mu_a < \mu_d$$

Donde:

- μ_a : Disponibilidad antes de implementar la automatización
- μ_d : Disponibilidad después de implementar la automatización

Tabla 40: Análisis de significancia por Wilcoxon para disponibilidad

Estadísticos de prueba ^a	
	Disponibilidad.Después - Disponibilidad.Antes
Z	.000 ^b
Sig. asintótica (bilateral)	1.000

a. Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo

b. La suma de rangos negativos es igual a la suma de rangos positivos

Fuente: Elaboración propia

En la **tabla 40** se puede apreciar el valor de significancia asintótica (bilateral) un valor de 1,000 o 100%, esto quiere decir que no se muestran diferencias significativas entre el antes y después de la implementación de un sistema de control automático puesto que el este valor es mayor a 0,05 o 5%, por tanto se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alternativa.

Análisis inferencial de eficacia

Ahora, se pasará a analizar la **segunda hipótesis específica**, siendo la siguiente:

Ha: La automatización mejora la eficacia del proceso de neutralización de pH de aguas residuales en una empresa textil, Lima 2020.

Así como se pudo comprobar la primera hipótesis específica, ahora se determinara si los datos que corresponden a la serie de la eficacia antes y después se obtiene un comportamiento paramétrico. Debido a que las series de los datos son menores a 30, también se procederá a realizar el análisis de normalidad con la prueba de **Shapiro-Wilk**.

Regla de decisión:

Si $p_{valor} \leq 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico.

Si $p_{valor} > 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico.

Tabla 41: Pruebas de normalidad de la eficacia

	Pruebas de normalidad		
	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Eficacia Antes	.773	15	.002
Eficacia Después	.908	15	.128

Fuente: Elaboración propia

La **tabla 41** refleja que la eficacia antes de la implementación de un sistema de control automático se obtiene una significancia de 0,002 o 0,2%, esto quiere decir

que los resultados muestran una distribución no paramétrica, sin embargo la significancia de la disponibilidad después de la implementación es de 0,128 o 12,8%, que quiere significar una distribución paramétrica.

Dentro de este caso se verifica la **contrastación de la segunda hipótesis específica**.

- Ho: La automatización no mejora la eficacia del proceso de neutralización de pH de aguas residuales en una empresa textil, Lima 2020.
- Ha: La automatización mejora la eficacia del proceso de neutralización de pH de aguas residuales en una empresa textil, Lima 2020.

Regla de decisión

$$H_0: \mu_a \geq \mu_d$$

$$H_a: \mu_a < \mu_d$$

Donde:

- μ_a : Eficacia antes de implementar la automatización
- μ_d : Eficacia después de implementar la automatización

Tabla 42: Análisis de significancia por Wilcoxon para eficacia

Estadísticos de prueba^a

	Eficacia Después - Eficacia Antes
Z	-3.410 ^b
Sig. asintótica (bilateral)	.001

a. Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo

b. Se basa en rangos negativos.

Fuente: Elaboración propia

En la **tabla 42** se puede apreciar el valor de significancia asintótica (bilateral) un valor de 0,001 o 0,1%, por ello, se puede afirmar que si se muestran diferencias significativas entre el antes y después de la implementación de un sistema de control

automático puesto que el este valor es menor a 0,05 o 5%. Esto quiere decir que se rechaza la hipótesis nula para aceptar la hipótesis alternativa.

V. DISCUSIÓN

- La presente investigación ha comprobado que al usar un sistema automático que consista en entrelazar dispositivos, actuadores, sensores y válvulas automáticas, el sistema es más efectivo. Para aplicar la metodología de la investigación, se tuvo que utilizar diferentes doctrinas que fueron claves para entender un proceso continuo de neutralización de pH de aguas residuales, una de ellas fue la titulación de un ácido fuerte con una base fuerte quien permitió entender que, con una dosis mínima de el neutralizante Dynafloc es capaz de neutralizar de manera controlada y el autor pudo decidir que la forma de dosificar tendría que ser proporcional con un configuración de Setpoint de 7 y una banda muerta de 4 pH, esto se refiere que la dosificación se realizará de manera proporcional desde que el sensor lea pH superior a 7 hasta pH 11, donde pH 7 es 0 pulsaciones por minuto y pH 11 serán de 360 pulsaciones por minuto (100% de la capacidad de la bomba dosificadora)
- Con respecto a un trabajo previo a esta investigación, específicamente el de el estudio que se realizó en la empresa Franky & Ricky en colaboración con la Universidad Católica San Pablo y el Estado peruano, en síntesis se instaló una planta de neutralización de pH de aguas residuales donde el objetivo principal fue reutilizar las aguas residuales para el lavado de gases de calderos de empresas textiles antes de pasar a ser neutralizados con la dosificación de neutralizantes comerciales. Esta proyecto amplía la utilización de la PTAR de las empresas textiles como modelo de reutilización de recursos residuales, que hoy en día están vistos como un plus para su competitividad del mercado.
- La diferencia entre la presente investigación y otros sistemas similares, es que la metodología utilizada se planificó con la intención de ser ergonómico, económico, respetando por encima las leyes medioambientales. Es por ello que el sistema puede ser factible ser instalado en otras empresas que no necesariamente sean textiles sino, que dispongan de las mismas condiciones de proceso de neutralización.

- Las limitaciones que dispone el sistema es que solo se esta realizando una medición, considerando que el autor tiene conocimiento de que existe otras condiciones del agua residual que tienen que ser tratadas como las partes por millón (ppm) o sólidos disueltos, el pH es la mas contaminante ya que resulta esta ser directamente perjudicial para el sistema de alcantarillado municipal, puesto que la estructura se deteriora en menor duración cuando entra en contacto tanto con agua residual ácida como alcalina.
- El alcance de esta metodología es extensa, debido a que fue preparada para que se pueda adaptar a cualquier sistema de tratamiento de aguas residuales. No obstante, cuando se trata de plantas de grandes empresas ya sean textiles o que presenten las mismas casuísticas de agua residual, es preferible obtener dos o mas sensores y mas actuado, para ello es necesario que el sistema necesita tener un volumen que permita ser neutralizado con el mismo neutralizante Dynafloc, para ello es necesario analizar la titulación de los efluentes residuales ya que allí se valida el aforo necesario de dosificación de neutralizante.
- Se rehace el cuestionamiento ¿La automatización mejora la disponibilidad del proceso de neutralización de pH de aguas residuales? ¿la automatización mejora la eficacia del proceso de neutralización de pH de aguas residuales? En relación a la disponibilidad la significancia obtenida por la prueba de Shapiro-Wilk fue de 0,05 o 0,5%, entonces se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alternativa, y en tanto a la eficacia tuvo como resultado 0,001 en la prueba Wilcoxon, por ello se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la nula, esto puede definir que la **disponibilidad no esta vinculada con la eficacia**, sino se complementa con ella para obtener un efectivo proceso de neutralización de pH.
- Los datos que se extraen del controlador son confiables siempre y cuando se disponga de un constante mantenimiento de sus equipos de medición, ya que

es susceptible a una descalibración por tanto, se puede obtener una errónea lectura de pH. Para ello, el autor considera viable colocar una señal de alarma que se active cuando el pH de las aguas residuales permanezcan en un rango por fuera del permisible en esta investigación (Rango de pH de 6 a 8).

- Como propuesta del autor de la presente investigación, dispone de una proyección de corto plazo para revisar la humedad dentro de la caja del controlador, ya que este equipo es electrónico, y a pesar de tener una hermetización con IP65, el vapor puede hacer corto circuito. Otro punto a mejorar sería la cantidad de sensores, el autor piensa agregar un sensor adicional de pH colocado justo antes de que el agua residual se dirija al sistema de alcantarillado municipal, para que este sirva de otro control adicional para la bomba dosificadora y pueda aumentarse su exactitud y a su vez, la eficacia del sistema.
- El autor considera que es necesario ya realizar, como objetivo a corto plazo, el cambio de la bomba dosificadora, ya que esta dispone de un tiempo de vida considerable en comparación a los equipos recién instalados y ello puede presentar fallas dentro de muy pronto, parando el sistema de neutralización de pH. Al igual que el tanque mezclador estático que ya tuvo una reparación debido a un orificio donde se filtraba el agua residual.
- El sistema dispone de un estación de filtración donde captura las pelusas antes de que el agua residual sea neutralizada, sin embargo se han evidenciado todavía pelusa dentro del agua residual, esto quiere decir que la estación de filtración tiene una malla que debe ser cambiada a una micra menor para que el sistema no se vea afectado por esta anomalía.
- El técnico y operario que intervienen y asisten el sistema de neutralización de pH, tienen distintos conocimientos técnicos y básicos que si se complementan, el sistema tendría resultados óptimos y poder alcanzar un rango de resultados más altos.

- Una actividad secundaria que podría agregarse al sistema de neutralización, es la que se hizo en la empresa textil Franky & Ricky para mejorar su sistema de tratamiento de aguas residuales, y es que las aguas residuales homogenizan su pH con los gases provenientes de los calderos antes de ser neutralizadas, para aprovechar un residuo y a su vez contribuir no solo con el sistema de alcantarillado público sino también con las leyes de las emanaciones de gases contaminantes provenientes de las empresas textiles.
- El autor defiende un compromiso con el medio ambiente, su principal inspiración es poder utilizar las herramientas de un ingeniero industrial para mejorar los procesos y que esto genere un mayor cuidado a nuestro medio ambiente, considerando que todo profesional debe intervenir hoy en día con este compromiso. Por tanto, el criterio adicional y que promueve todo este estudio, es el cuidado del ecosistema, ya que existen hoy en día empresas que siguen arrojando sus aguas residuales directamente a ríos y lagos provocando el daño irreversible percibido en países asiáticos como la India.

VI. CONCLUSIONES

1. Se evidenció una discrepancia con los resultados obtenidos de la disponibilidad antes y después de la implementación del sistema de control automático, analizando que, no hubo un cambio significativo en esta dimensión, siendo de 0.5%. Esto se debe a que antes de la mejora, la disponibilidad constaba en cuantificar el tiempo en el que las maquinarias o equipos del proceso de neutralización de pH de las aguas residuales se encuentren en condiciones aptas para realizar su función determinada, no obstante, esta condición es ajena a la eficacia del proceso.
2. Sin embargo, la implementación del sistema de control automático sí aumentó la eficacia del proceso de neutralización de pH en un 250%, de 24,20% a 84.73%. Esto se debe a que se implementó un sistema de control que asume las funciones del operario antes de la mejora, es decir, a la dosificación y control de la neutralización de pH. A pesar de no haber un cambio considerable de la disponibilidad; esta dimensión, después de implementar la mejora, se está relacionando de manera correcta con la eficacia del proceso de neutralización de pH de las aguas residuales en la empresa textil estudiada en esta investigación.
3. El autor ha diseñado e implementado un sistema de control automático, para controlar la dosificación y la utilización humana del proceso de neutralización de pH de las aguas residuales de una empresa textil, aumentando su efectividad en consecuencia de haber aumentado la eficacia y preservado su disponibilidad, resultando estar en armonía. Para obtener estos resultados, se instaló un sensor de pH y un controlador, ambos entrelazados con todos los equipos y maquinarias que intervienen en la planta de tratamiento de aguas residuales y que se efectuó la neutralización y el control de pH, memorizando y procesando la variable que se está midiendo constantemente.

VII. RECOMENDACIONES

1. La empresa debe asegurarse de la constante observación al sistema implementado, los indicios que se muestren en el sistema de que se necesite de un mantenimiento son el último recurso para que se apersona el operario o el técnico tercerizado.
2. Es recomendable realizar una prueba con el peachimetro debido a que el sensor de pH pueda estar leyendo con un margen de error amplio y por tanto el control será ineficaz, esto puede ser posible debido a que ante cualquier sospecha de que la neutralización no se este efectuando, se realice un descarte rápido contrastando el sensor de pH con el peachimetro.
3. Existen algunas normas que necesitan cumplirse, la primera es el operario debe ser responsable de reportar y pedir el neutralizante, puesto que se ah colocado un sensor de nivel para que la bomba dosificadora no absorba aire y esta acción no malogre el equipo. La segunda es la adquisición de buffers de calibración de pH 7,01 y pH 10,00 para que el técnico disponga de el insumo para calibrar el sensor de pH.
4. Es preferible extraer la memoria data del controlador instalado en el sistema de neutralización de pH, un periodo de cada 15 días para que se obtenga un control permanente del proceso realizado en la PTAR, la fiscalización del sistema de alcantarillado según SEDAPAL es de manera aleatoria, por tanto, la empresa debe tener un control de sus aguas residuales para estas visitas que realice el fiscalizador.

REFERENCIAS

- ACEDO, J., 2003. *Control Avanzado de Procesos: (Teoría y Práctica)* [en línea]. S.l.: Díaz de Santos. ISBN 9788479785451. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=h6lmErfrFjYC>.
- ALCALÁ, C., 2020. TLC con Australia beneficia al 96% de exportaciones agrícolas y textiles | Mincetur | Sayuri Bayona | BCRP | - La República. [en línea]. [Consulta: 22 mayo 2020]. Disponible en: <https://larepublica.pe/economia/2020/02/12/tlc-con-australia-beneficia-al-96-de-exportaciones-agricolas-y-textiles-mincetur-sayuri-bayona-bcrp/>.
- ATKINS, P.W. y JONES, L., 2006. *Principios de química: los caminos del descubrimiento* [en línea]. 3. S.l.: Editorial Médica Panamericana. ISBN 9789500600804. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=0JuUu1yWTisC>.
- BERNAL, C.A., 2006. *Metodología de la investigación: para administración, economía, humanidades y ciencias sociales* [en línea]. 1. S.l.: Pearson Educación. ISBN 9789702606451. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=h4X_eFai59oC.
- BES-PIÁ, A., IBORRA-CLAR, M.I., IBORRA-CLAR, A., MENDOZA-ROCA, J.A., CUARTAS-URIBE, B. y ALCAINA-MIRANDA, M.I., 2005. Nanofiltration of textile industry wastewater using a physicochemical process as a pre-treatment. *Desalination* [en línea], vol. 178, no. 1, pp. 343-349. ISSN 0011-9164. DOI <https://doi.org/10.1016/j.desal.2004.11.044>. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0011916405002614>.
- BILURBINA, L., ALTER, L.B. y LIESA, F., 1990. *Materiales no metálicos resistentes a la corrosión* [en línea]. S.l.: Marcombo. Colección Productiva. ISBN 9788426707901. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=DzVLB11fofUC>.
- CABILDO, P., CLARAMUNT, R., CORNAGO, P., ESCOLÁSTICO, C., ESTEBAN, S., FARRÁN, Á., GACÍA, Á., LÓPEZ, C., PÉREZ, J., PÉRES, M., SANTA MARÍA, D. y SANZ, D., 2008. *Reciclado Y Tratamiento de Residuos* [en línea]. 2. S.l.: UNED. UNIDAD DIDÁCTICA. ISBN 9788436260069. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=jXEFxC3GiGQC>.
- CANALES, M., 1999. *Fisicoquímica Volumen I: Teoría* [en línea]. Ciudad de Mexico:

- Unam. ISBN 9789683679574. Disponible en:
<https://books.google.com.pe/books?id=SLkD5UoWPaUC>.
- CARLOS ALONSO PAZ ROCHA, 2017. *Mejoramiento del sistema de tratamiento de efluentes líquidos alcalinos provenientes del proceso de teñido textil en la empresa Carlos Alonso Paz Rocha Orientador : José Alberto Aguilar Franco*. S.I.: Universidad Católica San Pablo.
- CASTILLO, G., 2004. *Ensayos Toxicológicos Y Métodos de Evaluación de Calidad de Aguas* [en línea]. S.I.: Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo. ISBN 9789685536332. Disponible en:
<https://books.google.com.pe/books?id=GD7-N3154OIC>.
- CERVANTES, A., 2014. *Caracterización Del Drenaje Ácido Y De Las Rocas Asociadas a Una Mina Para Evaluar Su Posible Aplicación En Un Sistema De Tratamiento Pasivo*. S.I.: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.
- COLOMER, C.L., COLOMER, J., MELÉNDEZ, J., FRIGOLA, J.M., AYZA, J. y AUTOMÁTICA, F.I. de A.C.E. de, 2000. *Sistemas de supervisión: introducción a la monitorización y supervisión experta de procesos : métodos y herramientas* [en línea]. 1. S.I.: Cetisa Boixareu. Cuadernos CEA-IFAC. ISBN 9788493132712. Disponible en:
<https://books.google.com.pe/books?id=C46LPQAACAAJ>.
- CREUS, A., 2012. *Instrumentación industrial* [en línea]. 7. S.I.: Marcombo. ISBN 8426718663. Disponible en:
<https://books.google.com.pe/books?id=cV6ZOqQ0ywMC&pg=PA354&dq=pH+en+variacion+de+temperatura&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiz2MavqJvpAhWid8KHWh4A3IQ6AEINjAC#v=onepage&q&f=false>.
- DIAZ, N., LINO, C. y QUISPE, R., 2018. *Uso del Quitosano como coagulante natural para el tratamiento de efluentes generados por la Industria Textil Caso: Compañía Universal Textil*. S.I.: UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO.
- DR. VICTOR LOPEZ GRIMAU y DR. ROSELL, C., 2015. *Gestion de los efluentes de la industria textil*. [en línea], pp. 36. Disponible en: <http://www.ue-inti.gov.ar/pdf/publicaciones/cuadernillo18.pdf>.
- ENRIQUEZ, G., 2002. *ABC de Las Instalaciones Electricas Industriales* [en línea]. S.I.: Limusa. Electricidad y electrónica. ISBN 9789681819354. Disponible en:

- <https://books.google.com.pe/books?id=8YvPNzKOOIAC>.
- ESCAÑO, J., GARCÍA, J. y NUEVO, A., 2019. *Integración de sistemas de automatización industrial Edición 2019* [en línea]. 1. S.I.: Paraninfo. ISBN 9788428342285. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=gj2dDwAAQBAJ>.
- FIDALGO, J., FERNÁNDEZ, M. y FERNÁNDEZ, N., 2016. *Tecnología Industrial II* [en línea]. S.I.: Paraninfo. Paraninfo Bachillerato. ISBN 9788428333085. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=LQEPDAAAQBAJ>.
- GALÁN, A.G., 2010. *Normas de gestión de las licencias urbanísticas de actividades. Ayuntamiento de Madrid* [en línea]. 1. Madrid: Huygens. ISBN 9788493760649. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=w9bZZ3wuqwcC>.
- GALÁN, L., 1996. *Informática y auditoría para las ciencias empresariales* [en línea]. 1. S.I.: Unab. ISBN 9589606415. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=4Ds9DLaFHAQC>.
- GARCÍA, A., 2005. *El control automático en la industria* [en línea]. S.I.: Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha. CIENCIA Y TÉCNICA. ISBN 9788484274056. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=MzLgX4uM-O0C>.
- GARCÍA MORENO, E., 1999. *Automatización de procesos industriales* [en línea]. S.I.: s.n. ISBN 9788477217596. Disponible en: https://gdocu.upv.es/alfresco/service/api/node/content/workspace/SpacesStore/ba85b785-46cb-49e6-a006-a8626d4177e1/TOC_4116_01_01.pdf?guest=true.
- GEORGIU, D., AIVAZIDIS, A., HATIRAS, J. y GIMOUHOPOULOS, K., 2003. Treatment of cotton textile wastewater using lime and ferrous sulfate. *Water Research* [en línea], vol. 37, no. 9, pp. 2248-2250. ISSN 0043-1354. DOI [https://doi.org/10.1016/S0043-1354\(02\)00481-5](https://doi.org/10.1016/S0043-1354(02)00481-5). Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0043135402004815>.
- GÓMEZ, M., 2006. *Introducción a la metodología de la investigación científica* [en línea]. 1. S.I.: Brujas. ISBN 9789875910263. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=9UDXPe4U7aMC>.
- GRAY, H.B. y HAIGHT, G.P., 1975. *Principios básicos de química* [en línea]. 1. S.I.: Reverté. ISBN 9788429172003. Disponible en:

- <https://books.google.com.pe/books?id=SwFsXNChbmAC>.
- HEIDA, L., 2014. Can Waterless Dyeing Processes Clean Up the Clothing Industry? *Yale Environment* 360 [en línea], Disponible en: https://e360.yale.edu/features/can_waterless_dyeing_processes_clean_up_clothing_industry_pollution.
- HERNÁNDEZ SAMPIERI, R., 2014. *Metodología de la investigación*. 6. S.l.: McGraw Hill Education. ISBN 9781456223960.
- HERNANDEZ SAMPIERI, R., FERNANDEZ COLLADO, C. y BAPTISTA LUCIO, M. del P., 2010. *Definición del alcance de la investigación a realizar: exploratoria, descriptiva, correlacional o explicativa* [en línea]. S.l.: s.n. ISBN 9786071502919. Disponible en: <http://www.casadellibro.com/libro-metodologia-de-la-investigacion-5-ed-incluye-cd-rom/9786071502919/1960006>.
- HOZ, D.R.D. LA, BERNAL, F.M. y VARGAS, J.C., 2011. *Diseño e implementación de estrategias de mejoramiento del sistema automatizado de estabilización del pH de agua residual industrial, en un tanque de neutralización de la planta DPA en Valledupar*. S.l.: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR.
- INEI, 2020. Producción de Hilo e Hilado de Algodón. [en línea]. [Consulta: 27 junio 2020]. Disponible en: <http://webapp.inei.gov.pe:8080/sirtod-series/>.
- INGENIA, [sin fecha]. Neutralizantes. [en línea]. [Consulta: 22 mayo 2020]. Disponible en: <https://www.ingeniaindustrial.com/copia-de-equipos>.
- ISO, 2006. International Standard. *61010-1* © *Iec:2001*, vol. 2006, pp. 13.
- JAIN, R.M., MODY, K.H., KESHRI, J. y JHA, B., 2014. Biological neutralization and biosorption of dyes of alkaline textile industry wastewater. *Marine Pollution Bulletin* [en línea], vol. 84, no. 1, pp. 83-89. ISSN 0025-326X. DOI <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.05.033>. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025326X14003117>.
- JUTGLAR, L. y GALÁN, M., 2011. *Termotecnia* [en línea]. 1. S.l.: Marcombo. MARCOMBO UNIVERSITARIA. ISBN 9788426717337. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=Q00jez70tvMC>.
- KOYUNCU, I., TOPACIK, D. y YUKSEL, E., 2004. Reuse of reactive dyehouse wastewater by nanofiltration: process water quality and economical implications. *Separation and Purification Technology* [en línea], vol. 36, no. 1,

- pp. 77-85. ISSN 1383-5866. DOI [https://doi.org/10.1016/S1383-5866\(03\)00154-0](https://doi.org/10.1016/S1383-5866(03)00154-0). Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1383586603001540>.
- KUO, B.C., 1996. *Sistemas de control automático* [en línea]. 7. S.l.: Pearson Educación. ISBN 9688807230. Disponible en: <https://dademuchconnection.files.wordpress.com/2017/07/sistemas-de-control-automatico-benjamin-c-kuo.pdf>.
- LIFELONG LEARNING, 2011. *Sistemas Automatizados (AS)*. , pp. 1-20.
- LORENA SALAZAR GÁMEZ, MARTÍ CRESPI ROSELL y ROBERTO SALAZAR, 2009. Tratamiento de aguas residuales textiles mediante un biorreactor de membrana - Treatment of textile waste water by membrane bioreactor. *Universidad del Norte* [en línea], pp. 99. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=85212233007>.
- MARTÍNEZ, M., 1993. *Hidráulica aplicada a proyectos de riego* [en línea]. S.l.: Universidad, Secretariado de Publicaciones. Cuadernos (Universidad de Murcia). ISBN 9788476844311. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=__kzM0ey4ckC.
- MENDIBURÚ, H., 2003. *Automatización medioambiental* [en línea]. 1. S.l.: s.n. Disponible en: [file:///C:/Users/pc/Downloads/automatizacion medioambiental elementos de automatizacion.pdf](file:///C:/Users/pc/Downloads/automatizacion%20medioambiental%20elementos%20de%20automatizacion.pdf).
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN, 1997. *El relé. La motivación y el aprendizaje* [en línea]. S.l.: Ministerio de Educacion, Cultura y Deporte. Secretaria General Tecnica. Centro de Publicaciones. Del clavo al ordenador. ISBN 9788436929362. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=ZZ0IBAAAQBAJ>.
- MINISTERIO DE VIVIENDA CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO, 2009. D.S. N° 021-2009-VIVIENDA Aprueban Valores Máximos Admisibles (VMA) de las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario. *Diario El Peruano* [en línea], pp. 406305-406307. Disponible en: http://www3.vivienda.gob.pe/direcciones/Documentos/DS_2009_021.pdf.
- MONTAÑA, J., 2012. *Teoría de puestas a tierra* [en línea]. 1. S.l.: Ecoe Ediciones. ISBN 9789587411256. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=4Wrls6JGAYUC>.

- OVIEDO MORENO, F.F., 2016. *Automatización y Control Operacional de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de una productora cartonera*. S.l.: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL.
- PALLÁS, R., 2005. *Sensores y Acondicionadores de Señal 4a* [en línea]. 4. S.l.: Marcombo. ISBN 8426713440. Disponible en: https://books.google.es/books?id=Eevyk28_fVkc&dq=sensor+de+nivel&lr=&hl=es&source=gbs_navlinks_s.
- PAZ, C., 2011. *Sistemas Automáticos de Control Fundamentos Básicos de Análisis y Modelado* [en línea]. 2. S.l.: s.n. ISBN 9789806792128. Disponible en: [http://150.185.9.18/fondo_editorial/images/PDF/CUPUL/SISTEMA DE CONTROL 1.pdf](http://150.185.9.18/fondo_editorial/images/PDF/CUPUL/SISTEMA_DE_CONTROL_1.pdf).
- PÉREZ, C., 1996. *Sensores ópticos* [en línea]. 1. S.l.: Universitat de València. ISBN 8437023262. Disponible en: https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=hYuxdtJUJ4UC&oi=fnd&pg=PA13&dq=Sensores+ópticos+Escrito+por+Concepción+Pérez+Conde&ots=YgtF_V63vw&sig=_xso2nX0b7QGj_LYLTvu5ifYWsl#v=onepage&q&f=false.
- PÉREZ, E., 2015. Propuesta de automatización en bodega de producto terminado en industria manufacturera de productos de higiene personal en Costa Rica. [en línea], vol. 16, no. July, pp. 20. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=66643073003>.
- PÉREZ, E.M., ACEVEDO, J.M. y SILVA, C.F., 2009. *Automatas programables y sistemas de automatización/PLC and Automation Systems* [en línea]. 2. S.l.: Marcombo. ISBN 8426715753. Disponible en: <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=5jp3bforBB8C&oi=fnd&pg=PA1&dq=elementos+de+automatizacion&ots=g1lzcZ5jPd&sig=CTg5QT9aSt9i0pGgLhqg2NyFdIM#v=snippet&q=controlador&f=false>.
- PONSA, P. y GRANOLLERS, A., 2008. *Diseño y Automatización Industrial*. [en línea]. España: Disponible en: <http://www.epsevg.upc.edu/hcd/material/lecturas/interfaz.pdf>.
- QUESADA, M. y VILLA, W., 2007. *Estudio Del Trabajo* [en línea]. 1. S.l.: Instituto Tecnológico Metropolitano. Textos académicos. ISBN 9789589827598. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=Wb85eivgonQC>.
- QUINTANILLA, J., 1997. *Experiencias concretas de innovación y aprendizaje*

- tecnológico en la empresa luz y fuerza del centro* [en línea]. 1. S.I.: Instituto de Investigaciones Económicas [and] Programa Universitario de Energía, UNAM. Primer Seminario sobre Situación y Perspectivas del Sector Eléctrico en México. ISBN 9789683664754. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=nz1HJVIVUcC>.
- ROSADO PUMAYAULI, M.M., 2018. *Automatización Mediante PLC De Un Tanque De Neutralización Como Alternativa Para El Control Del PH, En El Tratamiento De Efluentes De La Industria Textil* [en línea]. S.I.: Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur. [Consulta: 22 mayo 2020]. Disponible en: <http://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/254677#.Xsd01ISqju8.mendeley>.
- SAINZ, J., 2005. *Tecnologías para la sostenibilidad* [en línea]. 1. S.I.: Fundación Escuela de Organización Industrial. Colección EOI medio ambiente. ISBN 9788488723581. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=r9aK7UttDU8C>.
- SOBREVILA, M.A. y FARINA, A.L., 2014. *Instalaciones eléctricas* [en línea]. 1. S.I.: TECNIBOOK EDICIONES. ISBN 9789505532636. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=FyiXDwAAQBAJ>.
- SOLS, A., 2000. *Fiabilidad, mantenibilidad, efectividad: Un enfoque sistémico* [en línea]. S.I.: Universidad Pontificia Comillas. Colección Ingeniería. ISBN 9788489708938. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=rpfiMPXDhU4C>.
- UCSP, 2015. Desarrollan proyecto para reducir impactos en el ambiente por el teñido en la industria textil | Sala de Prensa. [en línea]. [Consulta: 22 mayo 2020]. Disponible en: <https://ucsp.edu.pe/saladeprensa/informa/desarrollan-proyecto-para-reducir-impactos-en-el-ambiente-por-el-tenido-en-la-industria-textil/>.
- VÁZQUEZ, S.G., 2019. *Técnicas y procesos en instalaciones domóticas y automáticas* [en línea]. 2. S.I.: Ediciones Paraninfo. Ciclos Formativos (Paraninfo): Electricidad y Electrónica. ISBN 9788428341011. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=W8qgDwAAQBAJ>.
- VELASCO, E., 2007. *Educatrónica: innovación en el aprendizaje de las ciencias y la tecnología* [en línea]. S.I.: Editorial Díaz de Santos, S.A. ISBN 9788479788223. Disponible en:

- <https://books.google.com.pe/books?id=cFcZadBx2C8C>.
- VIVANCO, M., 2005. *Muestreo Estadístico. Diseño Y Aplicaciones* [en línea]. 1. S.I.: Universitaria. Textos universitarios. ISBN 9789561118034. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=-_gr5l3LbpIC.
- WALCHEM CORPORATION, BOYNTON, F., HOPPING, R. y PARK, B., 2008. WPH410 / 420 Series pH & ORP Controller Instruction Manual. [en línea], Disponible en: https://bjq.9c8.myftpupload.com/Literature/Controllers/pH/180362_WPH410_Manual.pdf.
- WILDI, T. y SALAS, R.N., 2006. *Maquinas Electricas Y Sistemasde Potencia* [en línea]. 1. S.I.: Pearson Educación. ISBN 9789702608141. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=ehxKXip1j6EC>.
- YUNI, J.A. y URBANO, C.A., 2006. *Tecnicas Para Investigar 2* [en línea]. Vol. 1. S.I.: German Marcelo Ferrero. Tecnicas para investigar/ Techniques for investigating. ISBN 9789875910201. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=XWIkBfrJ9SoC>.

Anexos

Anexo 1: Panorama contextual de la investigación

Escencialmente, para enfatizar la problemática de la investigación, se redactara algunos eventos que hayan sucedido en otros puntos geográficos donde se evidencie las consecuencias de disponer de un sistema de neutralización de efluentes poco efectivo.

La industria textil es un rubro en constante crecimiento, las empresas líderes en vestimentas buscan siempre la más alta calidad de materia prima, esto genera una gran demanda para los países que disponen de una materia prima de calidad sin importar el aporte que este signifique un marco de exportación textil internacional, es decir, las empresas líderes en confecciones buscan abastecerse de un algodón de calidad, un claro ejemplo es el algodón pima, un producto peruano reconocido mundialmente por la excelencia de esta fibra natural. De las actividades más productivas y a su vez, una de las más contaminantes del planeta, es la agricultura de algodón, esto se debe a las emanaciones de CO₂ y las excesivas cantidades de recursos hídricos para su producción.

El algodón si bien es cierto que aporta solo un porcentaje de la producción agrícola mundial, sin embargo, es la fibra natural más utilizada en el mundo, está en parte considerable de nuestra vestimenta diaria. Para procesar esta fibra es necesario el uso de un sin número de químicos agrícolas para su floración. Unas de las problemáticas críticas de este reducido sector es el uso desmesurado de aguas, y su principal aportante a este problema es China, ocupando el 40% de estos residuos.

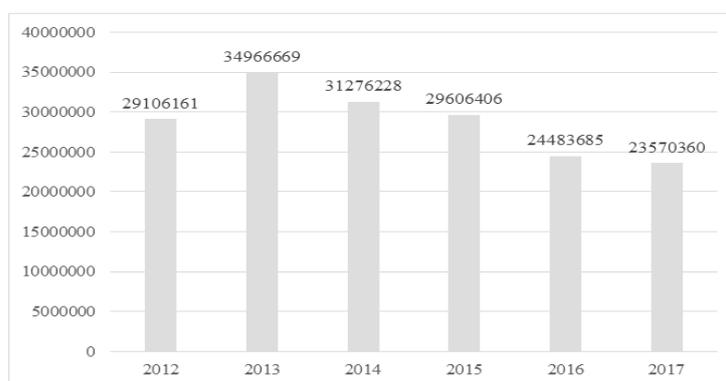
Esta industria está provocando un daño y gasto excesivos a los recursos naturales más necesarios para el ser vivo; a pesar de que el estado chino ha propuesto un colorante que no requiere agua, actualmente no se percibe un cambio de estos procesos de este sector, esto se debe a la calidad del acabado final es diferente las empresas no se han aprobado dicha propuesta del gobierno asiático, según Heida

en la revista medioambientalista del colegio de investigación *Yale Environment 360* (2014).

La industria de producción de hilos e hilados de algodón en el Perú afrontó una reducción de su producción en el periodo de 6 años (2012 al 2017), la causante de este suceso fue el gran crecimiento de China en el comercio internacional. El Perú logró en este intervalo de tiempo, una máxima cantidad de producción superando los 34.5 millones de kilogramos en el año 2013, 5 millones más que el año anterior y más de 3 millones que en el siguiente año. El año 2017 fue el año en que el Perú llegó a la cantidad mínima de producción registrándose un poco más de 23.5 millones de kilogramos, esto demuestra cómo se vio afectado el país ante la próxima potencia mundial.

Mediante el siguiente gráfico se podrá observar con más exactitud las cantidades (en Kilogramos) acumulados en todo el territorio nacional.

Figura 40: Total nacional de producción de Hilo e Hilado de Algodón



Cantidades en Kilogramos.

Fuente: Elaborado con información del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI)

Este acontecimiento tuvo gran importancia para este sector en crecimiento, puesto que vieron la necesidad de requerir soluciones que permitan estabilizar la situación de producción interna. Unas de las posibles soluciones fue mejorar la tecnología en los procesos de producción y darles calidad en sus procesos, el cual obtendrían resultados como ahorros para la industria textil.

En cuanto al rubro industrial textil, según la universidad Católica San Pablo - UCSP (2015) existe una gran cantidad de demanda de agua para el proceso de teñido en particular, esto es debido a que el proceso requiere los constantes usos de químicos para fijar el color, por tanto, esta actividad compromete a las empresas con el medio ambiente, con el ministerio de medio ambiente, con el planeta. En la Universidad Católica San Pablo, el instituto de energía y medio ambiente (IEM-UCSP) en colaboración con la empresa Franky & Ricky, el estado a través del Fondo de Investigación y Desarrollo para la Competitividad (FIDEOM) se elaboró una planta piloto para eliminar dos factores contaminantes que son los efluentes alcalinos (pH mayor a 9) y los gases de chimenea.

Este fue el primer proyecto en el Perú que se integra a la neutralización de desechos y la reutilización de este para el teñido, esto suma compromiso al cuidado del medio ambiente, y a su vez esto beneficiaría a la empresa con un ahorro de hasta 73 mil dólares anuales. Este alcance ha llegado a abrir muchas puertas a la investigación para la mitigación de desechos, al control de ellos y al aprovechamiento de un conjunto de herramientas autodidactas.

Las oportunidades con otros países de generar tratados de libre comercio y que la producción retome su participación creciente que ya se había registrado años antes del impacto de China al mundo comercial, era significativamente más alta, los países líderes con productos acabados de prendas de vestir e indumentaria estarían viéndose alarmadas a la llegada de productos asiáticos.

Por tanto, fue que, en febrero del 2020 se firmó un tratado de libre comercio entre Perú y Australia al cual permitirá superar la caída del 2,8% del total de las exportaciones nacionales. Australia firmaría este tratado sabiendo que apuntaría a los sectores el cual sean de su íntimo interés, que es el sector agrícola y el textil; por un lado, los espárragos en conserva (producto del sector agrícola e industrial alimenticia) y por otro las prendas de vestir de algodón (sector agrícola textil e industrial textil). También, este tratado propone liberar el impuesto de arancel al 96% de los productos peruanos exportados, el resto quedara libre de impuestos en 4 años. Para el país se vería beneficiado por el aspecto maquinaria, tecnología y equipos

que aportarán a la mejora de los procesos ordinarios en el sector para poder dar pase al avance industrial a este rubro según menciona la viceministra de comercio exterior en una entrevista con el diario La República (Alcalá 2020).

Conclusión

Se analizó que, el medio ambiente está siendo afectado debido al descuido y desinterés de las empresas por implementar un efectivo sistema de neutralización de estos efluentes, en algunos países ya están viéndose en un estado irreversible, sin embargo están utilizando nuevas técnicas de tratamiento de aguas residuales en la superficie marítima, quien cuenta con un gran porcentaje de agentes contaminantes causados por las mismas industrias.

Anexo 2: Análisis de la problemática con herramientas de calidad

Actualmente, las industrias textiles están viéndose afectadas ante la poca efectividad de sus procesos para neutralizar sus aguas residuales, por tanto se necesita analizar las causas que generan la problemática de la investigación, utilizando herramientas de calidad como el diagrama de causa efecto, Pareto, estratificación de las causas y finalizando con las alternativas de solución.

En una empresa textil peruana, su crecimiento industrial implica aprovechar cada vez más los recursos que se utilizan para el funcionamiento de sus actividades, sin embargo, se han descubierto nuevas dificultades que afrontar; uno de los más conocidos es el **peachímetro poco confiable** que posee la empresa en estudio, que es una herramienta de medición de pH para el control o monitoreo realizado por un operario. Este tipo de instrumento, donde su utilización en un proceso continuo de tratamiento de aguas residuales, es contraproducente para la empresa.

Se analizó una serie de pruebas, medidas en un periodo de cada 5 segundos, una relación de 15 tomas a un mismo punto de calibración (Buffer) donde su único valor de pH es 7,01, los resultados fueron los siguientes:

Tabla 43: Toma de muestras para la confiabilidad del peachímetro

Medición N°	Buffer	Resultado	Error de lectura
1	7	7,35	0,35
2	7	7,38	0,38
3	7	7,36	0,36
4	7	7,36	0,36
5	7	7,38	0,38
6	7	7,35	0,35
7	7	7,31	0,31
8	7	7,30	0,3
9	7	7,30	0,3
10	7	7,36	0,36
11	7	7,35	0,35
12	7	7,35	0,35
13	7	7,35	0,35
14	7	7,36	0,36
15	7	7,34	0,34

Fuente: Elaboración propia

Los resultados no han sido satisfactorio, se ah deterimado que el peachímetro posee un margen de error en su lectura de $0,35 (\pm 0,04)$, esto afecta en la medición del instrumento que mide la variable del sistema.

Las empresas ahora distribuyen este trabajo de validación de pH entre el personal encargado en el área de tratamientos de aguas residuales y el laboratorio de la empresa, esto con la intención de que el operario lleve una muestra al laboratorio para medir o cuantificar la cantidad necesaria de neutralizante para disminuir el pH al valor de 7. Todo este análisis del laboratorio, tiene como finalidad **corregir la dosificación del neutralizante**, y esta actividad solo se realiza **siempre y cuando haya cambios en la producción**. a este proceso se le agrega que las empresas **no realizan mantenimiento** al instrumento o equipos que utilizan para neutralizar el pH del efluente.

El tornasol es un papel especial de test, se utiliza una sola vez y esto también significa un costo para estas pruebas que se realizan en un tiempo acordado a la decisión del laboratorio para examinar el efluente; por otro lado el peachímetro si puede sufrir la descalibración debido a que este tiene una termocupla que para dar fiabilidad a la lectura de pH el efluente tiene que estar en una temperatura determinada, sin embargo esto es casi imposible de controlar, existen procesos en la empresa que demandan agua en altas temperaturas y otras que no, por tanto este instrumento requiere ser calibrarlo periódicamente para que su algoritmo interno se reprocese y garantice dar una lectura fiable. Lo expresado anteriormente, hacen referencia a la **ausencia de un procedimiento** establecido para el operario que sea asignado a la PTAR, en esta área **se realizan operaciones a juicio del trabajador**.

Naturalmente el PTAR (Planta/Área de Tratamiento de Aguas Residuales) es un **espacio confinado para efectuar la dosificación y control del pH**, el cual solo habitan maquinarias como bombas recirculadoras, filtros de pelusa, depósitos químicos, entre otros. Es por ello, que el recurso humano debería ser mínima, y el uso de equipos y herramientas los más óptimos para que el trabajador, operario o encargado de esta área no esté involucrado por mucho tiempo en campo. Sumándose

a esta controversia, el personal mayormente dispone de EPP (Equipos de Protección Personal) no adecuados que causan una deficiencia en la protección de la integridad de este recurso humano, que está en un ambiente con un alto nivel de **exposición del personal ante riesgo químico (neutralizante, agua residual, vapores, etc) y riesgo físico (caídas de nivel, altas temperaturas, ruidos constantes, etc).**

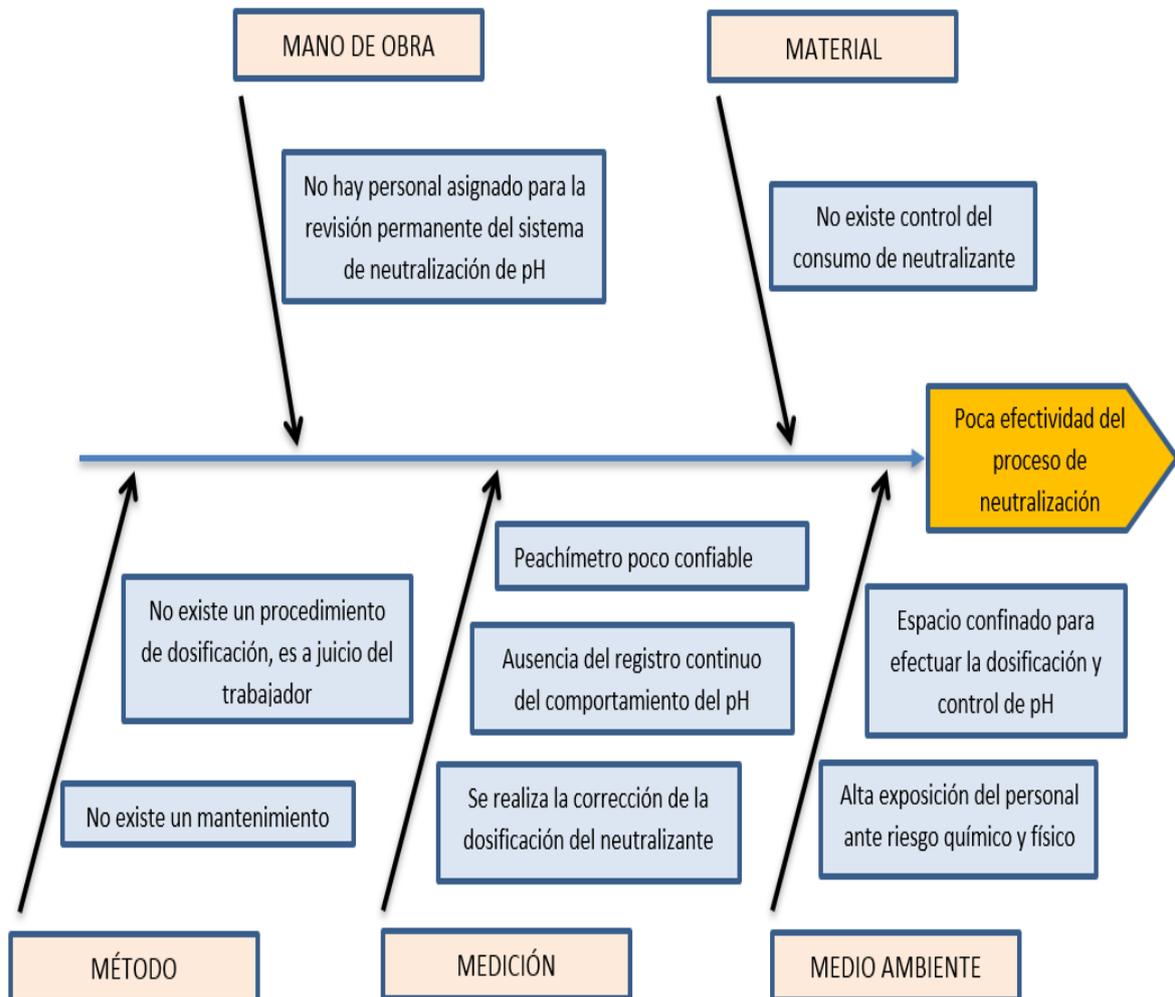
El PTAR es un área que se encuentra en la continuidad a la línea de procesos productivos de la empresa, por tanto, su uso se rige solo cuando existe producción. Sin embargo, **no existe un control del consumo del neutralizante** ya que su utilización no está siendo controlada, ni por el operario ni el encargado de almacén, el operario solo hace el requerimiento para este insumo en almacén y dicha área le suministra si dispusieran en stock, sin embargo, se requiere poseer un mayor control visible de este insumo necesario para el operario en el PTAR.

La empresa textil peruana optimiza todos sus recursos, el más catalogado es el insumo para la neutralización de pH, por tanto, esta población se ve obligada a someter a sus operarios a realizar multifunciones dentro de distintas áreas, entre ellas es el PTAR cuyas funciones son operaciones simples a la vista humana, pero con un gran nivel de riesgo.

Entonces, los operarios que ejecutan el muestreo y al llenado de insumos químicos al flujo de efluentes desconocen a qué se están enfrentando, y es por falta de capacitación; por tratarse de un conjunto de trabajadores asignados al azar, ejecutando simples labores, que las empresas **no utilizan un personal asignado para la revisión permanente del sistema de neutralización de pH**, este sería contraproducente por tener tiempos muertos o de espera, adicional a ello, los supervisores de otras áreas, no se ponen a disposición de supervisar un área que no esté colindante a su área de trabajo usual, generando así, que **no exista un registro continuo del comportamiento del pH.**

Para abarcar el contexto de esta investigación se ha elaborado un diagrama de Ishikawa presentando las causas a la problemática principal que es la ausencia de un control de procesos de neutralización de efluentes.

Figura 41: Diagrama de Ishikawa



Fuente: Elaboración propia

En el diagrama de Ishikawa no se está considerando la espina maquina, ya que el error humano altera la eficacia en el proceso de neutralizar ya que este operario enciende o apaga la bomba dosificadora para dosificar el neutralizante al tanque mezclador estático.

En síntesis, las causas que generan la poca efectividad del proceso de neutralización de efluentes en el PTAR son:

Tabla 44: Causas de la poca efectividad del proceso de neutralización

N°	Causas de la baja efectividad
C1	Peachímetro poco confiable.
C2	No existe un procedimiento de dosificación, es a juicio del trabajador.
C3	Espacio confinado para efectuar la dosificación y control de pH
C4	Alta exposición del personal ante riesgo químico (neutralizante, agua residual, vapores, etc) y riesgo físico (caídas de nivel, altas temperaturas, ruidos constantes, etc).
C5	Ausencia del registro continuo del comportamiento del pH
C6	No existe control del consumo de neutralizante.
C7	Se realiza la corrección de la dosificación del neutralizante solo cuando hay cambios en la producción.
C8	No hay personal asignado para la revisión permanente del sistema de neutralización de pH
C9	No existe un mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

Luego de haber identificado las causas que genera la poca efectividad del proceso de neutralización de pH, se procedió a realizar la matriz e correlación para poder encontrar el problema con mayor incidencia en el área a investigar, el cual se toan en cuenta 3 valores de criticidad: 1, 3 y 5.

Tabla 45: Matriz correlacional de las causas de ausencia de control de procesos de neutralización en una empresa textil

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	Puntaje	%
C1		3	1	3	3	3	1	5	1	20	12,12
C2	5		5	3	5	3	5	5	3	34	20,61
C3	5	1		3	1	3	1	1	0	15	9,09
C4	1	1	1		3	1	1	1	5	14	8,48
C5	1	3	5	1		0	3	1	3	17	10,30
C6	3	5	3	3	1		5	1	3	24	14,55
C7	5	3	5	3	3	1		5	3	28	16,97
C8	1	1	3	0	0	0	1		0	6	3,64
C9	1	1	3	0	0	1	0	1		7	4,24
										165	100,00

Fuente: Elaboración propia

Se logró percibir que las causas que engloban a las demás, es la causa número 2 y 7, el cual evalúa su aportación porcentual a la problemática del presente trabajo de investigación mediante el uso de la tabla de matriz correlacional y el diagrama de Pareto.

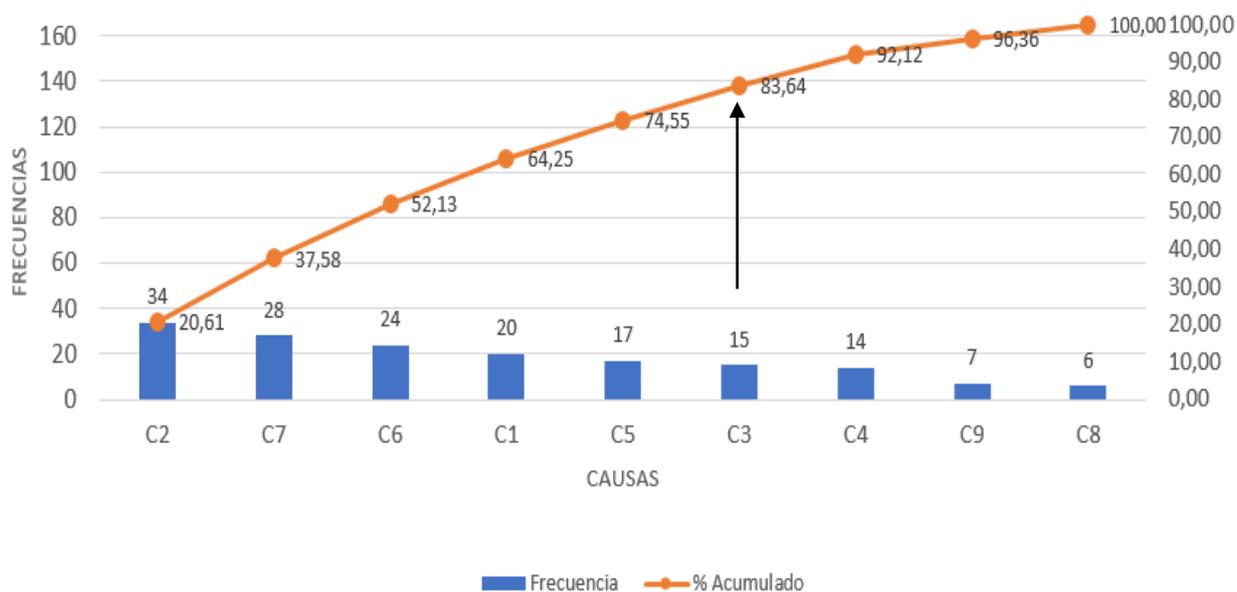
Tabla 46: Matriz de correlación de las causas de ausencia de control de procesos de neutralización en una empresa textil

Causas	Frecuencia	F. acumulada	%	% Acumulado
C2	34	34	20,61	20,61
C7	28	62	16,97	37,58
C6	24	86	14,55	52,13
C1	20	106	12,12	64,25
C5	17	123	10,3	74,55
C3	15	138	9,09	83,64
C4	14	152	8,48	92,12
C9	7	159	4,24	96,36
C8	6	165	3,64	100,00
Total	165		20,61	

Fuente: Elaboración propia

Mediante los datos en la **tabla 46**, se efectuara un diagrama viendo el comportamiento de las frecuencias obtenidas.

Figura 42: Diagrama de Pareto de las causas del problema de investigación



Fuente: Elaboración propia

En el diagrama se puede observar que el 83.64% de implicancia recae en las 6 causas de esta investigación, otro punto a destacar las causas 2 y 7 engloban con mayoría de porcentaje esta problemática de la poca efectividad del proceso de neutralización.

Este punto revela que para mejorar la efectividad en el proceso de neutralización es necesario analizar la ausencia de un procedimiento, y que la corrección de la dosificación no es de manera continua, empleando el criterio del operario. Sumado a ello, la naturaleza de las actividades en el PTAR es de alto riesgo para el recurso humano.

Luego de analizar el diagrama de Pareto, continuamente se estratifican las causas en 3 aspectos: Proceso, gestión y control.

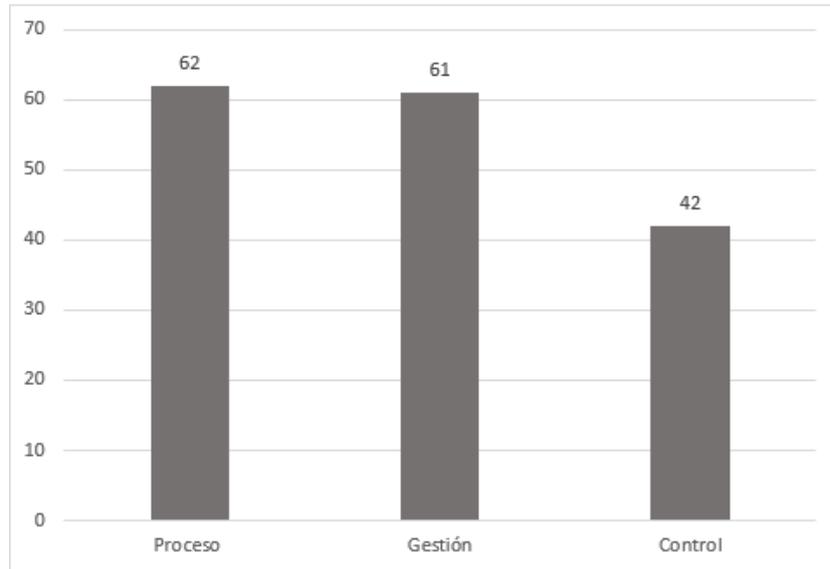
Tabla 47: Estratificación de las causas

Código	Causas	Frecuencia	Estratificación
C2	No existe un procedimiento de dosificación, es a juicio del trabajador	34	Proceso
C7	Se realiza la corrección de la dosificación del neutralizante solo cuando hay cambios en la producción	28	Proceso
C6	No existe control del consumo de neutralizante	24	Control
C1	Peachimetro poco confiable	20	Control
C5	Ausencia del registro continuo del comportamiento del pH	17	Control
C3	Espacio confinado para efectuar la dosificación y control de pH	15	Gestión
C4	Alta exposición del personal ante riesgo químico (neutralizante, agua residual, vapores, etc) y riesgo físico (caídas de nivel, altas temperaturas, ruidos constantes, etc)	14	Gestión
C9	No existe un mantenimiento	7	Gestión
C8	No hay personal asignado para la revisión permanente del sistema de neutralización de pH	6	Gestión

Fuente: Elaboración propia

Luego de estratificar, los resultados obtenidos se reflejarán en el siguiente el diagrama de estratificación.

Figura 43: Estratificación de las causas



Fuente: Elaboración propia

En el diagrama anterior se visualiza que la estratificación de proceso tiene la puntuación más alta, por tanto, la propuesta de solución tiene que abarcar esta necesidad para mejorar el problema de la investigación.

A continuación, se proponen 3 alternativas de solución: *Lean Manufacturing*, Mejora de Procesos y la Aplicación de la Automatización, las cuales se evalúan según la inversión, la estandarización y el tiempo.

Tabla 48: Evaluación de alternativas de solución

Herramientas	Inversión	Estandarización	Tiempo	Puntaje
Lean Manufacturing	5	1	1	7
Mejora de Procesos	3	1	1	5
Aplicación de la Automatización	1	3	5	9

1: poco (malo), 3: regular, 5: mucho (bueno)

Fuente: Elaboración propia

Lean Manufacturing es una filosofía que se centra en la eliminación de desperdicios y las actividades que no atribuyan valor al proceso que se está evaluando. Por tanto, el objetivo de esta metodología es definir y determinar las actividades y los

materiales y herramientas imprescindibles para que el sistema sea más óptimo, mejorando así la calidad y la disminución del tiempo de los procesos.

La Mejora de Procesos comprende un método de extenso alcance quien involucra un estudio y continuamente el análisis de los procesos de un sistema, pero a su vez este análisis tiene un enfoque orientado al objetivo que se tiene planteado para dicho proceso, y así, optimizar de acuerdo a ello. La Aplicación de la Automatización es una herramienta revolucionaria quien evalúa un proceso o la actividad específica de un proceso, y la vincula con la utilización de autómatas programables para realizar dicha labor. Su objetivo es usar la tecnología para optimizar un proceso y el resultado que se genera.

De la tabla anterior se puede afirmar que la solución más apropiada es la automatización de procesos puesto que es importante controlar los procesos desde una manipulación mínima de mano de obra para que esta a su vez, no se encuentre en posible riesgo elaborando actividades en un área que tiene condiciones inseguras por su naturaleza de sus procesos.

Conclusión

Se concluye que, las causas que generan la poca efectividad son principalmente 3: **No existe un procedimiento de dosificación, es a juicio del trabajador** generando la inexactitud del sistema de neutralización de efluentes y a su vez se refleja en su eficacia.

Así también, como **se realiza la corrección de la dosificación del neutralizante solo cuando hay cambios en la producción**, el poco conocimiento del operario genera la incertidumbre de sus resultados de este proceso y como elemento final, el proceso de neutralización **carece de control del consumo de neutralizante**, ocasionando que no se elabore la dosificación y así, las aguas residuales alcalinas llegarán al sistema de alcantarillado sin ser neutralizadas. El objetivo de automatizar este proceso industrial, es disminuir el protagonismo del usuario que interviene en el sistema debido a que el PTAR, viene a ser, generalmente, un espacio resumiendo y con alto riesgo para el usuario.

Anexo 3: Matriz de coherencia

Problema	Objetivos	Hipótesis
<p>Problema general:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿De qué manera la automatización mejora la efectividad del proceso de neutralización de pH de aguas residuales en una empresa textil, lima 2020? 	<p>Objetivo general:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determinar de qué manera la automatización mejora la efectividad del proceso de neutralización de pH de aguas residuales en una empresa textil, lima 2020 	<p>Hipótesis general:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La aplicación de automatización mejora la efectividad del proceso de neutralización de pH de aguas residuales en una empresa textil, lima 2020
<p>Problemas específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿De qué manera la automatización mejora la disponibilidad en el sistema del proceso de neutralización de pH de aguas residuales en una empresa textil, lima 2020? • ¿De qué manera la automatización mejora la eficacia del proceso de neutralización de pH de aguas residuales en una empresa textil, lima 2020? 	<p>Objetivos específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determinar de qué manera la automatización mejora la disponibilidad en el sistema del proceso de neutralización de pH de aguas residuales en una empresa textil, lima 2020. • Determinar de qué manera la automatización mejora la eficacia del proceso de neutralización de pH de aguas residuales en una empresa textil, lima 2020. 	<p>Hipótesis específicas</p> <ul style="list-style-type: none"> • La aplicación de automatización mejora la disponibilidad en el sistema del proceso de neutralización de pH de aguas residuales en una empresa textil, lima 2020. • La aplicación de automatización mejora la eficacia del proceso de neutralización de pH de aguas residuales en una empresa textil, lima 2020.

Anexo 4: Compendio de antecedentes

Síntesis de antecedentes

Los siguientes artículos e investigaciones científicas previas a la presente tesis, son un extracto y base fundamental para superar la poca efectividad de la neutralización de los efluentes que vierten las industrias textiles hacia las salidas municipales o directamente a la superficie marítima.

Paz (2017) en su estudio: **“Mejoramiento del sistema de tratamiento de efluentes líquidos alcalinos provenientes del proceso de teñido textil en la empresa Franky & Ricky”** se enfoca en la empresa Franky & Ricky, una empresa de alta competencia internacional debido a su calidad y la variedad de su producción con su principal materia prima el algodón. Esta empresa dispone de alta eficiencia en sus procesos y sus actividades, sin embargo, su competencia se elevó no solo a velar por factores internos de la empresa, sino también por factores externos al cual la empresa en estudio quiere mejorar la relación de sus desperdicios con el medio ambiente. El propósito de esta investigación fue aprovechar los residuos que se vertían al alcantarillado municipal, reutilizándolos en otro proceso interno de la empresa por lo que debe estar previamente acondicionada mediante conocimientos adquiridos por otras empresas en la localización de la empresa Franky & Ricky. La metodología a utilizar fueron varios estudios conjugados como los tratamientos físicos y químicos, entre ellos estaban la coagulación y floculación, osmosis inversa y los tratamientos con ozono. En conclusión, fue que la empresa identificó un ahorro de \$ 56,146.42 debido a que ahora están reutilizando el 65% de los efluentes que se vertían en el alcantarillado municipal, obteniendo una mejora del 70% comparado con el anterior sistema que disponía la empresa. El aporte de esta tesis, aparte de ser el primer proyecto financiado por el estado, fue que a pesar de que las condiciones de los efluentes se encontraban dentro del rango de los Valores Máximos Admisibles, la intención era no solo estar en los parámetros dictaminados por un decreto supremo, sino darle más utilización de este recurso que se consume en altas cantidades en este sector industrial.

Rosado (2018) en su tesis: **“Automatización mediante PLC de un tanque de neutralización como alternativa para el control del pH, en el tratamiento de efluentes de la industria textil”** se centra en la empresa textil Jordana SAC, quien dispone de procesos concurrenciosos y a su vez que demandan alto contenido de salidas de efluentes en sus maquinarias de preparación, tinte y acabado de su materia prima que son los tejidos de algodón. Esta empresa intenta reutilizar los efluentes que drenan de estos procesos ya mencionados, su limitación es disponer de un tanque de neutralización deficiente y sin ningún soporte tecnológico, realizándolo de manera manual con ayuda de válvulas controladas por operarios. El objetivo de este trabajo de investigación fue automatizar todo un sistema de neutralización de efluentes con la finalidad de dosificar de manera automática con una lógica programable. La metodología empleada fue utilizar un sistema de control automático para que haga el papel del autómatas programable para la utilización eficiente de sus reactivos como ácidos o bases, utilizando diferentes referentes automáticos y sensores para su medición programada. La conclusión de este trabajo fue obtener una programación específica para la aplicación de ácido o base de los efluentes de la empresa en estudio, por lo que fue necesario utilizar sensores y actuadores para que la programación disponga de información detallada. El aporte de esta tesis, siendo un estudio derivado de la carrera ing. mecánica electricista, fue el concepto claro de un PLC y sus distintas operaciones entrelazadas unas con las otras, nos permitió ver la organización de estos equipos eléctricos y su armonía en sus procesos, gracias a un controlador lógico programable.

Díaz, Lino y Quispe (2018) en su investigación: **“Uso del Quitosano como coagulante natural para el tratamiento de efluentes generados por la industria textil caso: Compañía Universal Textil S.A.”** el contexto que presentan sobre el rubro textil son diferentes procesos el cual demandan innumerables cantidades de recurso hídrico, entre los procesos que más consumen este insumo es el de teñido y acabado, siendo su capacidad al borde de 150 metros cúbicos por cada tonelada de producción. Siendo sus derivados de estos procesos el gran efecto que causan al medio ambiente. En la Compañía Universal Textil se ha implementado un sistema de tratamiento químico con el fin de coagular el efluente; sin embargo, la empresa tuvo que añadir un proceso llamado mercerizado, lo cual ocasionó que este sistema

no esté dando resultados de acuerdo a los valores máximos admisibles, dando a detallar la ineficiencia existente en este proceso de coagulación. El objetivo de esta investigación es sintetizar la interacción de un nuevo producto coagulante llamado Quitosano para tratar los efluentes de estas nuevas características de los efluentes de la empresa en estudio.

La metodología a utilizar fue la titulación de coagulantes como dosis óptima para el nuevo efluente que se vierte de la compañía universal textil usando los determinados agentes contaminantes que hay en el efluente de la empresa. Como resultado final de la caracterización del efluente existente en la empresa a estudiar, este incumplía con los parámetros de los valores máximos admisibles con los valores de DBO (Demanda Biológica de Oxígeno) 612.8. mg/L, DQO (Demanda Química de Oxígeno) 1352 mg/L, pH (Puente de Hidrogeno) 9.6 y T° (Temperatura) 38° C. Así también, el coagulante Quitosano superó en costo sobre el otro coagulante utilizado (Dynaflor AM) en este estudio de un coste de 2.68/m³ a 0.453/m³ respectivamente por tanto el Quitosano es un coagulante eficiente para este sistema, pero su elevado costo siendo un producto importado desde china lo hace ser menos competitivo ante el Dynafloc AM.

Según Rumié, Mcnish y Cano (2011) en su estudio: **“Diseño e implementación de estrategias de mejoramiento del sistema automatizado de estabilización del pH de agua residual industrial, en un tanque de neutralización de la planta DPA en Valledupar”** presenta como su problemática las incidencias de contaminación ambiental que se encontraban en el área de tratamiento de aguas residuales, tales motivos que se investigó las causas principales de estos acontecimientos y se percataron que vertían aguas residuales con ciertas características que van en contra de las normas actuales establecidas de alcantarillado (pH fuera del rango entre 6 a 9). El objetivo de esta tesis es mejorar el sistema automatizado actual de la empresa ayudando a corregir las deficiencias de las etapas de tratamiento de aguas residuales de acuerdo a lo establecido a las normas legales de alcantarillado. La metodología a utilizar fue el uso de los criterios de los sistemas de control automático, como base principal a la utilización de un controlador, enlazando esta teoría con los criterios que tienen el comportamiento de pH de los efluentes que salen de

la planta de producción. En conclusión se logró obtener un pH dentro del rango de los Valores Máximos Admisibles (VMA), con un rango inferior a este, entre 5 a 8.5 pH.

La duración de la neutralización para el efluente ácido, fue más extensa que la neutralización para un efluente base; a su vez, se minimizó la intervención de las operaciones manuales realizadas por el operario. El aporte de esta tesis es la sincronización de los procesos industriales y los autómatas lógicos programables pertenecientes del sector textil. A su vez, se ha verificado las distintas técnicas empleadas para el tratamiento de aguas residuales en este rubro.

Oviedo (2016) en su tesis: **“Automatización y Control Operacional de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de una productora cartonera”** Se analizó que hubo un aumento de producción en una planta cartonera quien dispone de una serie de procesos a su principal materia prima es reciclado, por tanto, hizo falta que tuvieran una mejora en su planta de tratamiento de aguas residuales. El objetivo fundamental de esta tesis es implementar la automatización y control de residuos líquidos con la finalidad de minimizar los procedimientos manuales y dar a los usuarios otro papel específico e importante, darle soporte al sistema automático y validar que se cumplan con los parámetros establecidos por las normas legales y el compromiso de las empresas con el cuidado del medio ambiente. La metodología que utilizaron fue la integración de un sistema automático, implementando herramientas de automatización Codesys, controlador Fieldbus entre otros.

En conclusión, el autor obtuvo un 70.8% de eficacia en cuanto a la utilización del recurso humano en el proceso de tratamiento de aguas residuales. También se concluyó que el insumo químico que utilizaron en este estudio fue eficiente por lo que beneficio y optimizó los resultados del proceso de tratamiento líquido. El aporte de esta tesis fue el amplio resultado de optimización de utilización del recurso humano, dándoles otras labores como mantenimiento del sistema automático, recalibración de sensores y revisión de los parámetros de control del sistema automático, visualizando también una auditoria de control.

Cervantes (2014) en su investigación: **“Caracterización del drenaje ácido y de las rocas asociadas a una mina para evaluar su posible aplicación en un sistema de tratamiento pasivo”**, la industria minera dispone de sus procesos básicamente basados en la extracción de minerales por medio de diferentes tipos de técnicas. En la mina Tizapa ocurría que, en la zona de residuos, los sulfuros minerales entraban en contacto con el oxígeno y se producía un ácido altamente concentrado. El objetivo de esta investigación es dar una descripción de lo que sucedía en el DAM (Drenaje Ácido de Minas), realizando una detallada explicación sobre este comportamiento de estos residuos.

La metodología empleada fue utilizar la caracterización de los procesos del DAM detenidamente y presenciar el origen del fenómeno a estudiar, el muestreo in situ permitió dar con el origen de este drenaje ácido. Se concluyó que el drenaje de ácido se producía por la combinación de dos niveles de residuos con alta concentración de ácido se encontraban con un nivel donde contiene una gran cantidad de agua residual neutra y esta se acidificaba, también se calculó el pH concentrado en este drenaje ácido siendo menor de 4, oscilando ente 2.44 y 3.38. El aporte de esta investigación es la característica del efluente residual minero al cual guarda una relación estrecha con el Dynafloc AM, insumo industrial reciclaje del rubro minero para la neutralización de pH. Este drenaje ácido de la minera en estudio presentaba un drenaje con concentraciones de sulfato quien indica que son los componentes más estables en un rango de pH muy amplio.

Georgiou, Aivazidis, Hatiras, Gimouhopoulos (2003) en su estudio: **“Treatment of cotton textile wastewater using lime and ferrous sulfate”** es un experimento técnico al cual requirió la creación de una planta piloto que logra eliminar el color en las aguas residuales textiles, usando la cal como su insumo principal para el objetivo planificado de este estudio. El objetivo de este experimento es remover el color de las aguas con un insumo eficiente y eficaz para esta planta piloto. Utilizaron las técnicas de floculación y coagulación para el tratamiento de estas aguas residuales al cual requirieron dos insumos, la cal y el sulfato ferroso por ser muy comunes para estas técnicas mencionadas.

En conclusión, resulto ser la cal el insumo más efectivo para el tratamiento de estas aguas residuales eliminando del 70% al 90% del color del efluente residual, aparte de haber retirado del 50% al 60% de la Demanda Química de Oxígeno (DQO) del agua residual textil. El aporte de este experimento es validad que conforma a neutralización de efluentes químicos conforme a los residuos líquidos que se vierten en la industria textil, ayudan a eliminar 1 o más componentes químicos propios de estos residuos.

Bes, Iborra, Mendoza, Cuartas, Alcaina (2005) en su investigación: **“Nanofiltration of textile industry wastewater using a physicochemical process as a pre-treatment”** (en español “Nanofiltración de efluentes de la industria textil mediante un proceso fisicoquímico como pretratamiento”) es un trabajo que involucra como problemática la vital importancia del uso del agua para fines industriales, por ende, es necesario hacer un doble o tercer uso de este recurso tan vital. El objetivo de este trabajo de investigación era reutilizar estas aguas residuales previamente neutralizándolas así también combinando técnicas físico - químicas y los tratamientos de membranas, con el propósito de reducir los agentes contaminantes de estos residuos.

La metodología a utilizar fue la medición de parámetros analizados como conductividad, pH, turbidez del agua, el color del residuo, el DQO, entre otros. En conclusión, las aguas residuales textiles fueron neutralizadas eficazmente con el dióxido de carbono como neutralizante potencial. Sin embargo, cuando utilizaron ácido acético para efectuar la misma actividad, se percataron que era tanto la aplicación de este insumo que, hubo un incremento considerable en el caudal de las aguas residuales. Como otro objetivo, la eliminación de DQO fue 55% logrado. El aporte de este trabajo de investigación es tener en consideración que la sustancia química que se aplicase para atacar diferentes componentes de los residuos líquidos, debe ser eficiente, puesto que estas pueden utilizarse en menos volumen, por consecuencia habría un beneficio tanto de costos como del compromiso con el medio ambiente.

Rakeshkumar, Kalpana, Jitendra, Bhavanath (2014) en su investigación: ***“Biological neutralization and biosorption of dyes of alkaline textile industry wastewater”*** cuyo problema se centra en la India, país con una gran población y a su vez, considerada una de las más contaminadas del planeta por la producción de todo tipo de residuos. Entre ellos, el residuo líquido es uno de los principales factores de esta problemática, obteniendo el mayor número de contaminantes dentro del residuo. La industrialización en la India ha llegado a niveles magnitudinales, y a su vez también creció la contaminación de los recursos naturales sin una estrategia contra la contaminación. El objetivo de esta investigación era identificar un método eficiente para la regulación del pH a base de bacterias quienes lo utilizan como neutralizante llamándose este proceso biosorción, encargándose de la eliminación del colorante de un agua residual alcalina.

La metodología a utilizar es la técnica de biosorción, quien cumple una función de resanar el agua contaminada en este país, en la región de Gujarat. En conclusión, se obtuvo un nuevo método de neutralización por biosorción utilizando una cepa llamada R-16, esta sepa resistía a los residuos líquidos alcalinos llegándolos a neutralizar en 2 horas. Estas cepas es una vía eficiente de biorremediación de las aguas contaminadas, también resultan ser más económicos, ecológicos en comparación a los antiguos métodos de biosorción. El aporte de este trabajo de investigación es ver la contextualización de un país extranjero que sufre dimensionales números de contaminación y están remediando ese daño causado. Este trabajo a su vez estuvo concientizando la importancia de tratar con la contaminación de la superficie marítima antes de que se llegue a los extremos del país estudiado en este trabajo.

Koyuncu, Topacik, Yuksel (2004) en su estudio: ***“Reuse of reactive dyehouse wastewater by nanofiltration: process water quality and economical implications”*** en Turquía el crecimiento industrial textil se puede evidenciar, el uso de fibras sintéticas y naturales genera una serie de procesos vinculados con un insumo principal que es el agua. Sin embargo, las elevadas y frecuentadas producciones hacen deficiente el proceso de depuración de este recurso hídrico, por ende, el sistema colapsa y se contaminan los mares, ríos, etc. El objetivo de esta investiga-

ción es presentar un proceso que efectúe con eficacia la neutralización de los residuos líquidos textiles en la zona, brindando un estudio previo del comportamiento del agua residual textil. En conclusión, las membranas de nanofiltración eliminaron visiblemente el color del efluente permitiéndole su reutilización. A su vez se verificó un 6% de contaminación irreversible luego de 225 horas de funcionamiento de este experimento. Esta investigación aporta la importancia de reutilizar el recurso hídrico, como propuesta para el futuro en las empresas textiles, a medida que van mejorando sus productos químicos para la actividad textil.

Conclusiones

En síntesis, la automatización permitirá absolver la mayor cantidad de casos en donde se visualiza una deficiente estructura de un sistema de neutralización de aguas residuales, por tanto, elegir implementar un sistema de control automático. En unos casos, se evidencia la situación de las ubicaciones geográficas en países extranjeros al continente americano, donde la problemática influyó en el medio ambiente, de tal magnitud hasta alcanzar cambios irreversibles, por tanto, antes de que suceda esa casuística.

Anexo 5: Principios de la automatización

En este aporte teórico, se detalla la base conceptual de la automatización donde el principal factor es entender todas las propiedades, elementos, y accesorios pertinente a un sistema de control automático.

De acuerdo con García Moreno (1999, p. 7) indica que la definición de automatización está relacionada con el termino automática, quien define que la automática es la base fundamental de la automatización, considerándose ser una agrupación de técnicas y métodos intervenidos para el uso de los sistemas automáticos; la automática esta enlazada con las ciencias como la matemática, estadística y la informática.

La automatización se refiere a la constitución de procesos que son controlados según la programación de instrucciones de un ente autómeta, este sistema a su vez tiene la capacidad de retroalimentarse de acuerdo a las mediciones de la variable que se está controlando. Para sintetizar, el sistema automático que se implemente, debe tener la mínima o nula intervención humana para su funcionamiento (Pérez 2015, p. 3).

La automática es la base científica, lógica y técnica de la automatización, cuyo rol es agrupar los equipos y métodos tecnológicos y actualizados para la creación, manipulación de los sistemas automáticos (García Moreno 1999, p. 7).

Partiendo de este principio, se puede inferir que la aplicación de la automatización se refiere a un sistema de control automático, al cual dicho sistema maneja sus propias modificaciones, activaciones, desactivaciones, variaciones en la activación, todo sin la ayuda de un recurso humano (Mendiburú 2003, p. 2).

Cualquier proceso se puede ejecutar manual o automáticamente con la ayuda de maquinaria con software para controlar la exactitud de los resultados, es debido a la confianza que refleja equipos ejecutan las acciones quien procura que los residuos contaminantes que arroja cada proceso sean los más controlados posibles. Todo trabajador que ejecuta un proceso genera agentes contaminantes, y lo que

genera un proceso automatizado es minimizar o neutralizar el daño, nos menciona Mendiburú (2003, p. 257).

Se entiende que un sistema automatizado es aquel sistema que usa una agrupación de equipos y maquinarias para efectuar la captación y el procesamiento de información, el control de sus procesos y las medidas para controlar el sistema y los resultados (Mendiburú 2003, p. 2).

- **Lenguajes de automatización**

Lenguaje Ladder o escalera

Se refiere al lenguaje que se utiliza para ver las conexiones al ensamblar diferentes maquinarias o equipos eléctricos combinados, este lenguaje permitirá saber simbólicamente las operaciones que realiza un operador (Ponsa y Granollers 2008, p. 17).

Diagrama esquemático eléctrico

Es un diagrama usado para combinar distintos dispositivos o equipos eléctricos dentro de un circuito lógico de cableado y conexión, este diagrama despreja la ubicación exacta de cada accesorio eléctrico considerando únicamente el orden de acuerdo a la sintonía de sus conexiones para obtener una lectura más simplificada y concisa (Wildi y Salas 2006, p. 454).

- **Sistema de control automático**

Los elementos de un sistema de control son principalmente eran 3: las entradas, el sistema de control y los resultados. Las entradas son el material a controlar, con quien el sistema de control va a interactuar, el sistema de control son acciones premeditadas para el control de una variable de la entrada, y por último los resultados que serían las entradas ya manipuladas y saliendo del sistema de control (Kuo 1996, p. 2-3).

Figura 44: Componentes de un sistema de control



Fuente: Extraído de Sistemas de control (p. 3)

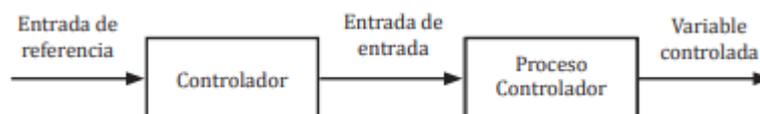
Tipos de sistema de control

Sistema de control lazo abierto

Según Carrillo (2011, p. 24) menciona que es un sistema el cual la salida deseada no guarda relación, es decir, no se ve afectada por la salida real del sistema, debido a que esta no tiene el factor de retroalimentación. En el siguiente gráfico se puede interpretar los elementos intervinientes en este sistema, como la entrada de referencia que viene a ser el valor al cual se espera alcanzar, el controlador que viene a ser el autómatas; continuando con la entrada de entrada que es el material, flujo, producto que viene a ser transformado a priori de los resultados deseados.

Luego, seguirá el proceso controlador donde se va a elaborar la transformación, y para finalizar da como resultado una variable controlada. Sin embargo, esta variable controlada que sería la salida resultante del sistema se debe asumir que fue controlada bajo los parámetros deseados, puesto que no hay un equipo que pueda medir el resultado final y, como método adicional, influya en controlador como efecto retroalimentador.

Figura 45: Componentes de un sistema de control



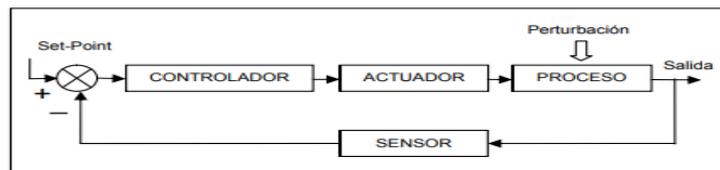
Fuente: Extraído de Sistemas Automáticos de Control (p. 24)

Sistema de control lazo cerrado

Existen dos tipos de sistema de control de lazo cerrado, el de realimentación positiva y negativa. La diferencia es que, en la positiva, la señal de salida es adicionada

con la señal de entrada o entrada de referencia, este efecto se conoce como regenerativa, esta no aplica para el control procesos industriales. En cambio, el sistema de control con realimentación negativa, es lo opuesto a la realimentación positiva, es decir, la señal de salida se diferencia con la señal de referencia y se obtiene un margen llamado “error”. Este último es un sistema comúnmente utilizado para procesos industriales (Mendiburú 2003, p. 10).

Figura 46: Sistema de control de lazo cerrado de realimentación negativa



Fuente: Extraído de Automatización ambiental (p.10)

De acuerdo con López y Crespi (2015, p. 18) mencionan que existen diferentes métodos que usa la industria textil para la depuración de sus efluentes que salen de cualquier proceso productivo, unos procesos para eliminar cada carga contaminante que contenga el efluente a tratar. Estos procesos principales de tratamientos para estos efluentes son los desbastes, el control del pH y la homogenización. El desbaste es la filtración de los sólidos que se estén sumergidos en los efluentes que salen de la industria, siguiendo es el control de pH es la carga de iones de Hidrogeno que se encuentran en el efluente, y por último la homogenización que sería un proceso de mezclado que se realiza en un tanque o un pozo de contención de efluentes con un mecanismo mecánico o físico estacionario que permita mantener la lectura del pH en el valor que se espera obtener.

Otro punto que menciono el autor sobre este proceso de neutralización (Dr. Victor Lopez Grimau y Dr. Rosell 2015, p. 18) es el tipo de efluente que naturalmente arroja una industria textil a un alcantarillado o a los drenajes que van directo al mar, que normalmente suelen ser alcalinos (pH mayor a 7), continuamente el proceso de neutralización puede continuar con los siguientes procesos para la depuración de agente contaminantes en el efluente.

- **Elementos de un sistema de control automático**

La propuesta de Mendiburú (2003, p. 4) es integrar a un sistema de control la automatización, es decir, colocar un instrumento que funcione de acuerdo a un autó-mata principal quien ejecute las decisiones y efectúe el control propio y procure que los resultados obtenidos sirvan de retroalimentación para este autó-mata asignado. los elementos de un sistema según el autor, son:

Referencia: Entrada de producto, material o sustancia que está sujeta a su transformación de su variable hasta conseguir los parámetros deseados

Controlador: El autó-mata quien va a realizar el procesamiento de informa-ción, las decisiones de sub procesos y la lectura de los resultados

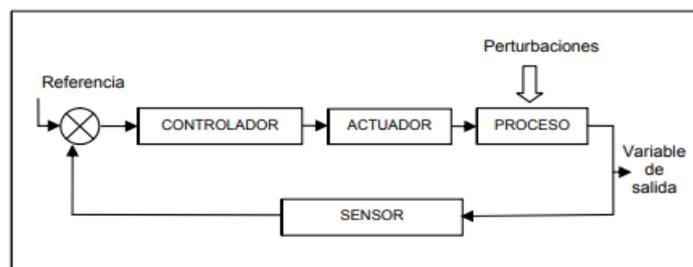
Actuador: Es el instrumento o maquinaria que obedece patrones de orde-nes elaboradas por el controlador

Proceso: se refiere al proceso principal que se ejecuta en un lugar, área o planta al cual se está integrándose el sistema de control automático.

Sensor: Aquel instrumento capaz de medir las variables a controlar de la entrada como también de la salida, también pueden ser usados como indi-cadores para el sistema de control automático.

Perturbaciones: Aquel fenómeno no controlado que influye en la transfor-mación del material a transformar, alterando ligeramente el control automa-tizados.

Figura 47: Elementos de un sistema de control automático

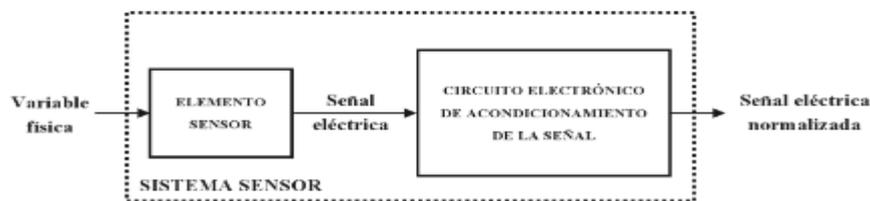


Fuente: Extraído de Automatización Medioambiental (p. 4)

- Elemento sensor

Mandado et. Al (2009, p. 230) refiere que los sensores para los procesos industriales deben ser efectivos aun en condiciones que se reflejan en la industria como las altas temperaturas, la presencia de polvo como también la humedad que se pueda presenciar en el ambiente en que se encuentre. En Mayoría, las industrias utilizan sensores inteligentes eléctricos, adecuadamente cubiertos para su protección, con logaritmos integrados para interpretar una variable y transformarlo en una señal eléctrica controlada. Estos dispositivos inteligentes son llamados también IED (*Intelligent Electronic Devices*).

Figura 48: Elementos básicos de un sensor

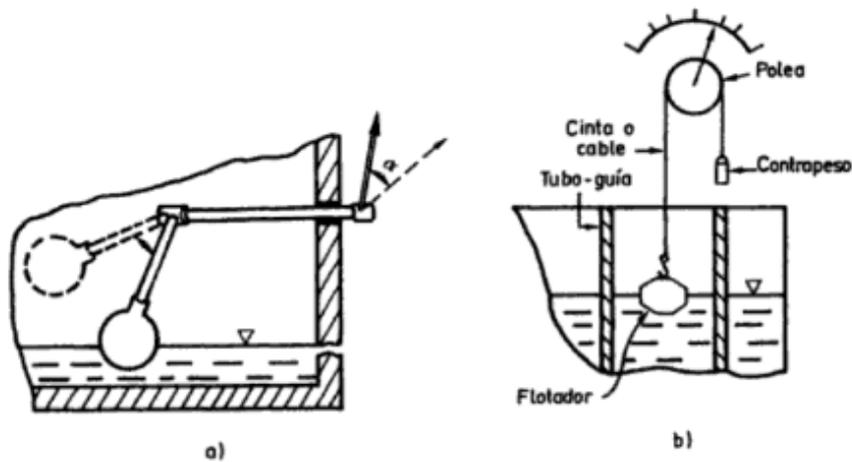


Fuente: Extraído de Autómatas programables y sistemas de automatización / PLC and Automation Systems (p.430)

Sensor de nivel

Existen métodos básicos para medir el nivel del líquido, el más primitivo sería disponer de una regla y hundirla en el espacio donde está almacenándose el líquido, luego retirar la regla y validar cuanta distancia de ella está mojado, sin embargo este método no es práctico para un sistema automatizado, por tanto se ha implementado métodos eléctricos como un objeto flotador que a su vez tiene un sistema mecanizado donde el ángulo de desplazamiento del objeto flotante, representa una variación en la cantidad volumétrica del líquido (Siguiendo figura representada como “a”). Otro método peculiar con este objeto flotador es el uso adicional de una polea, una cuerda y un objeto que sirva de contra peso, por lo tanto ahora el objeto flotador ahora se usa para permitir el desplazamiento de la cuerda a través de la polea, y ello representa la variación volumétrica del líquido (La siguiente figura presentada como “b”) (Pallás 2005, p. 40).

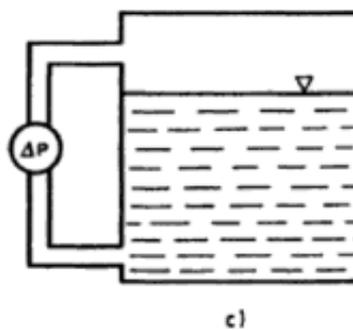
Figura 49: Sensor de nivel con objeto flotador, casos “a” y “b”



Fuente, Extraído de Sensores y Acondicionadores de Señal 4a (2003, p.41)

Otro método para usar en automatización es la diferencia de presión que constituye básicamente en la comparación de la presión entre el fondo del contenedor del líquido y la superficie del líquido del mismo contenedor (Pallás 2005, p. 41).

Figura 50: Sensor de nivel por presión diferencial, caso “c”

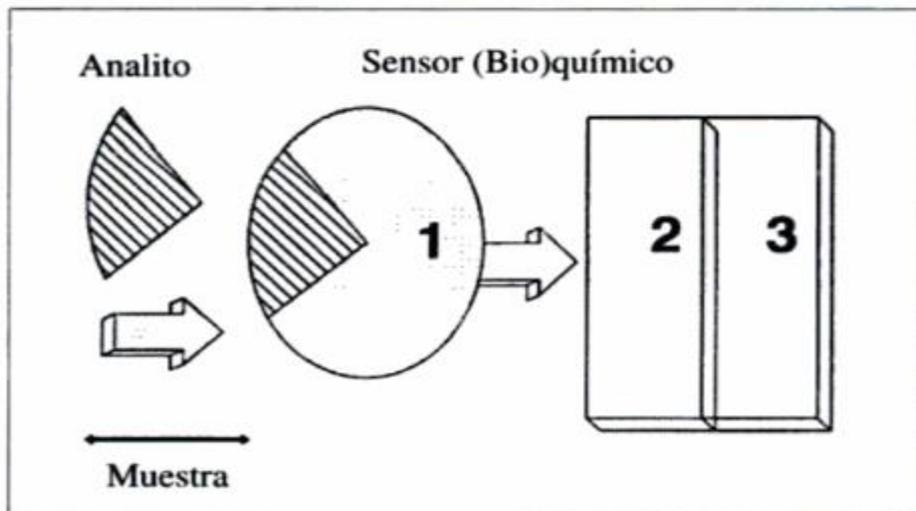


Fuente: Extraído de Sensores y Acondicionadores de Señal 4a (2003, p.41)

Sensor de pH

Un sensor de pH está caracterizado como un sensor químico, el cual necesita un enlace desde una zona de reconocimiento, donde está ubicado el analito (dispositivo o elemento lector de componentes; con la función de reconocer una interacción química, que, a su vez, se va a comunicar con un transductor, un elemento que transforma la información química para convertirla en física, como ejemplo: una señal eléctrica, esta última es nuestra señal transformada (Pérez 1996, p. 22).

Figura 51: Dinámica del sensor de pH



1) Zona de reconocimiento 2) Transductor 3) Zona electrónica o señal de salida

Fuente: Extraído de Sensores ópticos (1996, p.23)

Un sensor de pH debe ser un dispositivo que debe tener un electrodo con una membrana (un elemento con la forma o característica de un lente de contacto) de vidrio, son los determinados para medir el pH y la actividad de electrolitos de Sodio (Na⁺) (Pallás 2005, p. 309).

pH

El pH es la concentración de Iones de Hidrogeno, su nomenclatura se entiende como: $pH = \text{Log}[1/(H^+)]$, la solución líquida puede contener un pH 7 llamado neutro, que significa que la proporción de hidrógenos e hidroxilos son iguales, lo cual sería que el residuo líquido que sale de la industria, no afecte al agua natural. Si el pH es mayor a 7, se les llama alcalinos y es menor, ácidos; Las aguas naturales, en su mayoría, conservan un pH entre el rango de 6 y 8 (Rigola, 1990, p. 29)

El pH debe mantenerse en un rango más cercano al pH neutro (pH=7) puesto que las sustancias tanto acidas como básicas, afectan los microorganismos encargados de la biodegradación, que se pueden extinguir si no hay un adecuado nivel de pH (Mendiburú 2003, p. 74).

Valores Maximos Admisibles (VMA)

Según el Decreto Supremo (D.S.) N° 021-2009-VIVIENDA se aprueban los valores de componentes de las aguas residuales industriales que estipula que el pH del agua residual que se filtre en el alcantarillado municipal o directo al mar, considera que deben cumplirse que permanezcan en un rango de 6 a 9 pH (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento 2009, p. 406307)

- Elemento actuador

Es el equipo que sirve para corregir la variable de entrada a la variable deseada, estos actuadores pueden ser eléctricos: electro válvulas o bombas electromagnéticas, relé, switch; las neumáticas: pistones neumáticos, válvulas; y por último, las hidráulicas que vendrían ser los pistones hidráulicos (Mendiburú 2003, p. 5).

Bomba dosificadora

Una bomba dosificadora se encarga de dosificar de manera más controlada hacia los diferentes tipos de caudales y sin afecto a las condiciones con que se estén ejecutando la acción. Las bombas dosificadoras naturalmente trabajan con insumos químicos como reactivos, tóxicos y peligrosos, puesto que ellos ejercen la estabilización de las variables de agentes contaminantes (Jutglar y Galán 2011, p. 131).

- Elemento de control

Ente o equipo el cual hace diferencia de la variable medida con la variable deseada, en base esta diferencia se halla el error, cuyo propósito es eliminar el error o minimizarlo usando elementos actuadores para aproximarse a su objetivo; Existen diferentes tipos de controladores, entre todos el más eficaz es el controlador lógico programable (Mendiburú 2003, p. 4).

Controlador lógico programable (PLC)

Según Fidalgo et. Al (2016, p. 357) un controlador se refiere al autómeta programable capaz de asociar una programación determinada por el humano con la condición de la variable que se someterá a esta programación, este cerebro se enlaza con otros elementos como los actuadores y los sensores, interactúan sobre ellos para lograr el determinado valor en la variable. Este autómeta tiene componentes

esenciales como la fuente de alimentación; las entradas que son los sensores o captadores de una específica señal, las salidas que serían las acciones correctoras del error, una memoria capaz de interactuar con un CPU (ordenador o computadora), y un procesador quien es el partícipe de esta lógica de control.

Tipos de entrada

Según Carrillo (2011, p. 23) menciona que los tipos de entrada pueden ser dos: las de referencia y las de perturbación. Las de referencia son los parámetros aplicables por el usuario y las de perturbación es un fenómeno no deseado ni previsto que puede afectar simbólicamente el resultado o variable de salida, puesto que estas perturbaciones se pueden controlar si es que se conoce lógicamente la variabilidad que causa al resultado, estas perturbaciones pueden ser internas, es decir, propias al proceso, o externas.

Control Proporcional (P)

El control proporcional guarda relación directa con el margen de error, mientras el error sea más alto, el controlador accionará los actuadores en un valor máximo asignado por el usuario, y cuando el error sea menor, la proporción de la acción correctora, va disminuyendo. Este esté margen de error se denomina ganancia proporcional (Creus 2012, p. 494).

Este control proporcional se puede expresar mediante la siguiente fórmula:

$$K_p = \frac{u_s}{e_s}$$

Donde:

us: Señal de entrada del sistema (pH)

es: Señal de error (pH)

Kp: Ganancia proporcional

Control Proporcional Integral (PI)

Este control permite corregir el error de exactitud regulando la velocidad de corrección del control proporcional, usando su función integral entre el error y el punto de consigna (Acedo 2003, p. 161).

Este control proporcional integral se puede expresar con la siguiente fórmula:

$$\frac{us}{es} = Kp \times \left(1 + \frac{1}{Tns}\right)$$

Donde:

us: Señal de entrada del sistema (pH)

es: Señal de error (pH)

Kp: Ganancia proporcional

Tns: Tiempo de acción integral del sistema

Control Proporcional Integral Derivativo (PID)

Es control derivativo como adicional al control proporcional e integral, añade una corrección adicional derivando la relación entre el error y el punto de consigna (Acedo 2003, p. 161).

Este control proporcional integral derivativo se puede expresar en la siguiente fórmula:

$$\frac{us}{es} = Kp \times \left(1 + \frac{1}{Tns}\right) + Tvs$$

Donde:

us: Señal de entrada del sistema (pH)

es: Señal de error (pH)

Kp: Ganancia proporcional

Tns: Tiempo de acción integral del sistema

Tvs: Duración predicha

Tablero de control eléctrico

Según Quintanilla (1997, p. 147) define que un tablero de control es un tablero que sirve como un contenedor de diferentes equipos eléctricos cuya función es proteger, controlar o medir máquinas eléctricas de alta tensión. Estos equipos que se encuentran dentro del tablero están.

Tablero eléctrico

De acuerdo con Enríquez (2002, p. 424) menciona que los equipos que se encuentran dentro del tablero están sobre un panel donde se insertarán los aparatos como los de mando manual, el de encendido y apagado automático, contacto a tierra, relés o relays y llaves o interruptores termomagnéticos. Este tablero tiene que ser elemental y puede acondicionarse en cualquier ambiente, ya sea como una estructura o un panel insertada en la pared.

Componentes de un tablero eléctrico

Interruptor termomagnético

Este equipo sirve para frenar la máquina debido al cambio de la corriente que ingresa a una maquinaria, este cambio de elemento térmico y magnético ejerce la parada automática de la máquina. Este equipo es muy utilizado para evitar corto circuito (Enriquez 2002, p. 335).

Relay o relé

El relé es un equipo electromecánico capaz de crear un campo magnético para conmutar las disponibilidades de las salidas, capaces de apagar o prender otros equipos eléctricos. Existen diferentes tipos de relés quienes son capaces de apagar o prender diferentes circuitos eléctricos (Ministerio de Educación 1997, p. 24).

Dispositivo de control de nivel

Muy aparte del encendido y apagado automático, hay ciertas condiciones adicionales que requieren el apagado de una máquina en específico utilizando señales que permitan accionar o des accionar el comportamiento de una máquina, en este caso es el nivel de un líquido (Enriquez 2002, p. 275).

Contacto a tierra

Es un sistema que permite unir todos dispositivos eléctricos de tableros de control, a la resistividad de la tierra, provocando así la liberación de carga eléctrica (Montaña 2012, p. 1).

Accesorios

Bornera

Accesorio de material de plástico que tiene una pequeña placa de metal que hace el papel de lazo entre dos o más cables (Sobrevila y Farina 2014, p. 98).

Cables simples aislados

Para unas conexiones eléctricas dentro del tablero de control, se encuentra que son útiles los cables unipolares que son filamentos de normalmente de cobre, cubiertos por una capa aislante de material PVC (Policloruro de Vinilo), capaces de resistir altas temperaturas (Sobrevila y Farina 2014, p. 54).

Terminal

Accesorio ubicado al final de cada extremo del cable con el propósito de conectar el extremo con terminar al componente o equipo eléctrico a unir (Sobrevila y Farina 2014, p. 74).

Alarma

Según Galán (2010, p. 602) menciona que la alarma es un equipo capaz de producir sonidos con la finalidad de indicar al usuario que hay una operación sin autorización.

- Agentes Reactivos

Es muy común utilizar disoluciones químicas para utilizarlas como reactivos químicos, debido a su fácil manipulación y traslado, sus volúmenes para reaccionar y afrontar los parámetros químicos de un sistema son siempre constantes. Estos reactivos se cuantifican por su concentración del químico en cierto contenido líquido, conociendo previamente el volumen de disolución de dicho químico (Gray y Haight 1975, p. 612).

Equivalentes químicos

Se define que, en una reacción química, el agente reactivo es capaz de ceder su alcalinidad o acidez a la sustancia que quieras neutralizar (Gray y Haight 1975, p. 612).

Neutralizantes comerciales

Existen organismos en el agua natural que sobreviven bajo un cierto rango de pH (entre 6 a 9) lo cual determina que el neutralizante que se use, debe procurar no reaccionar con estos organismos para que estos no generen partículas precipitadas, entre los más usados son el ácido clorhídrico y el cloruro de sodio según Castillo (2004, p. 27).

Dynafloc AM ING como propuesta de neutralizante para la investigación

El Dynafloc es un agente neutralizante que nos permite reducir el grado de pH de efluentes alcalinos con la ventaja de que este agente es un producto biodegradable. Es un compuesto de sulfato de aluminio en su concentración ácida, por tanto, este es el neutralizante ideal para las industrias textiles, quienes tienen la particularidad de liberar efluentes alcalinos. (INGENIA [sin fecha])

Titulación Ácido – Base

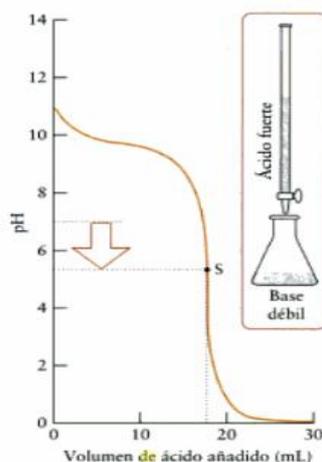
La titulación de ácido – base naturalmente es un experimento que se realiza sobre varias casuísticas, combinando una sustancia líquida ácida y otra básica, conjugando sus características ya sean fuertes o débiles para saber qué cantidad de una sustancia puede neutralizar la sustancia opuesta, para obtener un pH 7 en toda la solución (Canales 1999, p. 166).

Comportamiento del pH en industrias textiles

Tratándose de una industria textil, las aguas residuales tienen una particularidad de tratarse de un efluente con pH 10, esto implica que se está tratando de una base débil (Lorena Salazar Gámez, Martí Crespi Rosell y Roberto Salazar 2009, p. 91). Cuando se quiere neutralizar una base débil, comúnmente, utilizan un ácido fuerte debido a que el punto estequiométrico es un cálculo dificultoso, en cambio la base

débil con el ácido fuerte hace más estable la neutralización mostrándose un punto de consigna fijo (Atkins y Jones 2006, p. 418).

Figura 52: Curva de neutralización de una base débil con un ácido fuerte



Fuente: Extraído de Principios de química: Los caminos del descubrimiento (2007, p.418)

- **Planta de depuración de aguas residuales**

Para que una planta de depuración de aguas residuales industriales sea más efectiva, ya que, a diferencia de los tratamientos de aguas residuales domésticas, disponen de variación de su caudal y de la composición del agua residual; por tanto, este cálculo y la asociación de ambos nos mostrará las características que se necesita para una planta de depuración en el futuro (Sainz 2005, p. 70).

Propósito de una planta depuradora industrial

Instalar una planta depuradora en cada industria es lo más común para tratar sus propias aguas residuales. Es de vital importancia saber que, dependiendo de la naturaleza del efluente residual, estos son sometidos a procesos físicos, químicos y biológicos. El proceso físico y químico son procesos el cual el coste de instalación o construcción de la planta depuradora es mínimo y los reactivos que se emplearan es la parte elevada de la inversión de esta planta. El proceso biológico consta de separar el efluente del oxígeno captándolo en conductos o líneas anaeróbicas (procesos sin intervención del oxígeno) el cual la inversión de este es la más costosa y a su vez el consumo eléctrico es elevado (Cabildo et al. 2008).

Clases de procesos de depuración

Existe un criterio al cual abarca, en conjunto, la depuración total del agua residual en la industria. El pretratamiento se enfoca en los procesos tanto físicos como químicos, como en ejemplo se tiene el desbaste del agua residual, eliminar grasas del efluente. El tratamiento primario está enfocado también en procesos físicos y químicos, tratándose de eliminar el resto sólidos flotantes, neutralización de efluentes (ácidos y bases), incluso hasta metales pesados. El tratamiento secundario es el tratamiento biológico quien se encarga de eliminar los organismos biodegradables, y por último el tratamiento terciario o avanzado que ejerce todos tratamientos anteriores que aún no se haya eliminado en su totalidad algún agente contaminante en el proceso físico, químico o biológico (Cabildo et al. 2008).

- Conexiones complementarias

Tuberías PVC

Material Hecho con resina de Policloruro de vinilo que conjunto con compuestos para su fabricación, forman diferentes moldes que nos ayudan a establecer conexiones hidráulicas, eléctricas, entre otros y con distintas aplicaciones (Bilurbina, Alter y Liesa 1990, p. 32).

Entre distintos moldes o accesorios de PVC, se tiene una clasificación según ciertas características. Entre los diferentes productos están los de serie lisa, que son básicamente tubos lisos en los que es necesario usar un pegamento para unir con otro accesorio. La serie mixta, llamados también serie roscada, permite al tubo enroscar o ser enroscado (uniones hembra o macho). Por último, existen los especiales, que cumplen una función específica, como válvulas, codos, entre otros (Martínez 1993, p. 47-48).

Conclusión

Se concluye que la automatización es una herramienta que utiliza ciertas técnicas de diferentes doctrinas para que un sistema automatizado pueda incluirse en los diferentes procesos del rubro industrial.

Es crucial decir que gracias a la automatización ayuda al proceso a obtener resultados más exactos, con ayuda de algoritmos enlazados electrónicamente, con la función de integrar un control autoritario del proceso. Con ayuda de la disminución de la intervención humana para fines de control, este cumple una nueva función de salvaguardar la integridad del sistema realizando la asistencia, el mantenimiento y las calibraciones que se le brinde.

Gracias a lo mencionado líneas anteriores, permitirá que este sistema se encuentre disponible y apto para ejercer sus funciones principales y cotidianas del proceso, y también la garantía de que el proceso que se haya automatizado sea eficaz.

Anexo 6: Matriz de operacionalización

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicador	Escala
Automatización	Segun Escaño et. al (2019) la automatización es el conjunto de diferentes ciencias y disciplinas para conectarse unas a otras de manera lógica para obtener un resultado	La automatización consiste en utilizar elementos intercomunicados para mejorar la precisión de los resultados de un proceso, a su vez permite reducir las actividades que el usuario realiza en el sistema.	Exactitud del sistema (Margen de error del sistema)	$E_s = \frac{\sum_{i=1}^n (US - es)}{n}$ <p>Es: Margen de error (pH) us: Señal de referencia (pH) es: Señal de salida (pH) n: Número de mediciones tomadas</p>	Razón
			Intervención humana (% de tiempo que interviene un operario)	$T_{ih} = \frac{T_o}{T_{tr}}$ <p>Tih: Índice de intervención humana To: Tiempo de operación por el operario (h) Ttr: Tiempo total de operación real (h)</p>	Razón
Efectividad	Para Quesada y Villa (2007) la efectividad es la armonía del funcionamiento del sistema, tanto operaciones del sistema como resultados obtenidos y esperados	La efectividad es dada por el tiempo en que el sistema está operativamente disponible para realizar tareas asignadas y garantizar que los resultados que éste efectúe, se encuentre en los parámetros controlados.	Disponibilidad del sistema (% del sistema operativo)	$D = \frac{T_{ts} - T_{pm}}{T_{ts}}$ <p>D: Índice de disponibilidad Tts: Tiempo total de operación del sistema (h) Tpm: Tiempo de parada por mantenimiento (h)</p>	Razón
			Eficacia (% resultado dentro del rango)	$E_{fi} = \frac{T_{en}}{T_m}$ <p>Efi: Índice de eficacia Ten: Total de resultados en rango Tt: Total de mediciones</p>	Razón

Anexo 7: Instrumentos de recolección de datos

- Instrumento de exactitud del sistema de neutralización de pH

INSTRUMENTO PARA EXACTITUD DEL SISTEMA DE NEUTRALIZACION DE PH				
Área:	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)			
Fecha:		Hora de inicio de actividad:	7:31	
Actividad nº:		Hora de término de actividad:	17:01	
		Tiempo total de actividad:	9,5 horas (570 min)	
Encargado de la actividad:				
Descripción de la actividad:	El encargado de la actividad tomará las lecturas de pH visualizadas en el controlador del sistema de neutralización de aguas residuales, también evaluará la exactitud de neutralización en un determinado intervalo de tiempo			
Intervalo de tiempo entre mediciones:	10 min		Total de mediciones:	58
Autorizado por:	La empresa			
Medición	Hora	Señal de referencia	Señal de salida	Margen de error
Nº	hh:mm	us (pH)	es (pH)	us - es (pH)
1		7		
2		7		
3		7		
.		7		
.		7		
.		7		
58		7		
Promedio: $Es = \frac{\sum_1^n (us - es)}{n}$				

- Instrumento para la intervención humana en el sistema

INSTRUMENTO PARA LA INTERVENCIÓN HUMANA					
Área:	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)				
Fecha:		Hora de inicio de jornada:	7:30		
Actividad nº:		Hora de término de jornada:	17:30		
Encargado de la actividad:		Tiempo de operación real (Ttr):	8 horas (480 minutos)		
Descripción de la actividad:	El encargado de la actividad realizará las operaciones pertinentes para mantener el sistema de neutralización de pH en óptimas condiciones, por tanto, el objetivo es determinar la intervención humana diariamente durante un periodo de 15 días.				
Autorizado por:					
Día	Descripción de la actividad	Hora de inicio	Hora de término	Tiempo de operación por el operario (To)	Índice de intervención humana $T_{ih} = \frac{T_o}{T_{tr}}$
Nº		hh:mm	hh:mm		
1					
2					
3					
.					
.					
.					
15					

- **Instrumento de la disponibilidad del sistema**

INSTRUMENTO PARA LA DISPONIBILIDAD DEL SISTEMA					
Área:	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)				
Fecha:		Hora de inicio de operaciones por día:	7:30		
		Hora de término de operaciones por día:	17:30		
Actividad nº:		Tiempo total de operación por día (Tts):	8 horas (480 minutos)		
Encargado de la actividad:					
Descripción de la actividad:	El encargado del mantenimiento se ocupará de asistir el sistema siempre y cuando éste lo requiera. El sistema fue diseñado para estar operativo durante un tiempo prolongado, por tanto, se analizará la disponibilidad del sistema diariamente durante un intervalo de 15 días.				
Autorizado por:					
Día	Descripción del mantenimiento	Hora de inicio	Hora de término	Tiempo de parada (Tpm)	Índice de disponibilidad $D = \frac{Tts - Tpm}{Tts}$ Donde: Tts = 480 min
Nº		hh:mm	hh:mm	hh:mm	
1					
2					
3					
.					
.					
.					
15					

- **Instrumento para la eficacia del sistema de neutralización de pH**

INSTRUMENTO PARA LA EFICACIA DEL SISTEMA DE NEUTRALIZACIÓN DE PH						
Área:	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)					
Fecha:	Hora de inicio de actividad:		07:31			
	Hora de término de actividad:		17:01			
	Tiempo total disponible:		9,5 horas (570 minutos)			
Actividad nº:		Rango objetivo de pH:	mínimo:	6	máximo:	8
Encargado de la actividad:						
Descripción de la actividad:	El encargado de la actividad recopilará las lecturas de pH dadas por el controlador, estas lecturas se validarán si están o no en el rango de pH establecido por la empresa.					
Intervalo de tiempo entre mediciones:		10 minutos	Total de mediciones (Tm):	58		
Autorizado por:		La empresa en estudio				
Medición	Hora	Lectura de PH		¿La Lectura se encuentra en el rango de 6 a 8? SI/NO		
Nº	hh:mm					
1						
2						
3						
.						
.						
.						
58						
Nota:	Las lecturas de pH extraídas son previamente analizadas por el controlador, con el algoritmo integrado en su memoria capaz de obtener el valor de pH resultante en el transcurso de cada 10 minutos; por tanto, si la lectura de pH está en el rango de 6 a 8, se considera que todo el intervalo de tiempo haya estado en el rango permitido					
Total de resultados dentro del rango (Ten):						
Índice de eficacia:			$Efi = \frac{Ten}{Tm}$			

Anexo 8: Certificados de validez del juicio de expertos



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA AUTOMATIZACIÓN Y LA EFECTIVIDAD

VARIABLE / DIMENSIÓN	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
	Sí	No	Sí	No	Sí	No	
VARIABLE INDEPENDIENTE: Automatización Dimensión 1: Exactitud del sistema $Es = \frac{\sum_{i=1}^n (us - es)}{n}$ Es: Margen de error (pH) us: Señal de referencia (pH) es: Señal de salida (pH) n: Número de mediciones tomadas	✓		✓		✓		
Dimensión 2: Intervención Humana $Tih = \frac{To}{Ttr} \times 100\%$ Tih: Tasa de intervención humana (%) To: Tiempo de operación por el operario (h) Ttr: Tiempo total de operación real (h)	✓		✓		✓		
VARIABLE DEPENDIENTE: Efectividad Dimensión 1: Disponibilidad $D = \frac{Tts - Tpm}{Tts} \times 100\%$ D: Disponibilidad (%) Tts: Tiempo total de operación del sistema (h) Tpm: Tiempo de parada por mantenimiento (h)	✓		✓		✓		
Dimensión 2: Eficacia $Efi = \frac{Ten}{Ttd} \times 100\%$ Efi: Eficacia del sistema (%) Ten: Tiempo de resultado en rango (h) Ttd: Tiempo total de operación disponible (h)	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Sí hay suficiencia

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable** [X] **Aplicable después de corregir** [] **No aplicable** []

Apellidos y nombres del juez validador: Dr./ Mg: Mary Laura Delgado Montes **DNI:** 42917804

Especialidad del validador: Ingeniería Industrial

¹Pertinencia: El indicador corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El indicador es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del indicador, es conciso, exacto y directo.

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los indicadores planteados son suficientes para medir la dimensión.

05 de Junio del 2020

Firma del Experto Informante.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE

VARIABLE / DIMENSIÓN	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
	Sí	No	Sí	No	Sí	No	
VARIABLE INDEPENDIENTE: Automatización Dimensión 1: Exactitud del sistema $Es = \frac{\sum_1^n (us - es)}{n}$ Es: Margen de error (pH) us: Señal de referencia (pH) es: Señal de salida (pH) n: Numero de mediciones tomadas	✓		✓		✓		
Dimensión 2: Intervención Humana $Tih = \frac{To}{Tr} \times 100\%$ Tih: Tasa de intervención humana (%) To: Tiempo de operación por el operario (h) Tr: Tiempo total de operación real (h)	✓		✓		✓		
VARIABLE DEPENDIENTE: Efectividad Dimensión 1: Disponibilidad $D = \frac{Tts - Tpm}{Tts} \times 100\%$ D: Disponibilidad (%) Tts: Tiempo total de operación del sistema (h) Tpm: Tiempo de parada por mantenimiento (h)	✓		✓		✓		
Dimensión 2: Eficacia $Efi = \frac{Ten}{Ttd} \times 100\%$ Efi: Eficacia del sistema (%) Ten: Tiempo de resultado en rango (h) Ttd: Tiempo total de operación disponible (h)	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SI HAY SUFICIENCIA _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X] **Aplicable después de corregir** [] **No aplicable** []

Apellidos y nombres del juez validador. Dr./ Mg: Egusquiza Rodriguez Margarita Jesús **DNI: 08474379**

Especialidad del validador: Ingeniera Industrial

10 de Junio del 2020

¹Pertinencia: El indicador corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El indicador es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Ciudad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del indicador, es conciso, exacto y directo.

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los indicadores planteados son suficientes para medir la dimensión.



Firma del Experto Informante.

Anexo 9: Memoria data del 5 al 19 de Marzo de 2020

Fecha	Hora	pH	Fecha	Hora	pH	Fecha	Hora	pH
5-Mar-20	7:31:07	5,98	6-Mar-20	7:31:07	6,52	7-Mar-20	7:31:07	8,22
5-Mar-20	7:41:07	7,52	6-Mar-20	7:41:07	6,17	7-Mar-20	7:41:07	8,24
5-Mar-20	7:51:07	7,70	6-Mar-20	7:51:07	5,97	7-Mar-20	7:51:07	8,23
5-Mar-20	8:01:07	7,90	6-Mar-20	8:01:07	6,20	7-Mar-20	8:01:07	8,13
5-Mar-20	8:11:07	6,11	6-Mar-20	8:11:07	6,13	7-Mar-20	8:11:07	8,15
5-Mar-20	8:21:07	6,40	6-Mar-20	8:21:07	5,97	7-Mar-20	8:21:07	8,13
5-Mar-20	8:31:07	8,88	6-Mar-20	8:31:07	6,18	7-Mar-20	8:31:07	8,21
5-Mar-20	8:41:07	8,22	6-Mar-20	8:41:07	6,29	7-Mar-20	8:41:07	8,08
5-Mar-20	8:51:07	8,87	6-Mar-20	8:51:07	6,38	7-Mar-20	8:51:07	8,70
5-Mar-20	9:01:07	9,03	6-Mar-20	9:01:07	6,41	7-Mar-20	9:01:07	8,55
5-Mar-20	9:11:07	4,62	6-Mar-20	9:11:07	6,44	7-Mar-20	9:11:07	8,59
5-Mar-20	9:21:07	4,52	6-Mar-20	9:21:07	6,46	7-Mar-20	9:21:07	8,66
5-Mar-20	9:31:07	4,66	6-Mar-20	9:31:07	6,48	7-Mar-20	9:31:07	8,56
5-Mar-20	9:41:07	4,69	6-Mar-20	9:41:07	6,49	7-Mar-20	9:41:07	8,48
5-Mar-20	9:51:07	4,66	6-Mar-20	9:51:07	6,35	7-Mar-20	9:51:07	8,57
5-Mar-20	10:01:07	4,67	6-Mar-20	10:01:07	6,34	7-Mar-20	10:01:07	8,41
5-Mar-20	10:11:07	4,64	6-Mar-20	10:11:07	6,43	7-Mar-20	10:11:07	8,28
5-Mar-20	10:21:07	4,70	6-Mar-20	10:21:07	6,49	7-Mar-20	10:21:07	8,44
5-Mar-20	10:31:07	4,71	6-Mar-20	10:31:07	6,36	7-Mar-20	10:31:07	6,80
5-Mar-20	10:41:07	6,52	6-Mar-20	10:41:07	4,80	7-Mar-20	10:41:07	4,80
5-Mar-20	10:51:07	6,43	6-Mar-20	10:51:07	4,72	7-Mar-20	10:51:07	4,78
5-Mar-20	11:01:07	6,43	6-Mar-20	11:01:07	4,80	7-Mar-20	11:01:07	4,60
5-Mar-20	11:11:07	6,36	6-Mar-20	11:11:07	4,90	7-Mar-20	11:11:07	4,60
5-Mar-20	11:21:07	6,43	6-Mar-20	11:21:07	4,72	7-Mar-20	11:21:07	4,70
5-Mar-20	11:31:07	6,48	6-Mar-20	11:31:07	4,80	7-Mar-20	11:31:07	4,80
5-Mar-20	11:41:07	6,52	6-Mar-20	11:41:07	5,50	7-Mar-20	11:41:07	4,80
5-Mar-20	11:51:07	6,53	6-Mar-20	11:51:07	6,00	7-Mar-20	11:51:07	4,80
5-Mar-20	12:01:07	6,49	6-Mar-20	12:01:07	6,61	7-Mar-20	12:01:07	8,06
5-Mar-20	12:11:07	6,52	6-Mar-20	12:11:07	6,31	7-Mar-20	12:11:07	8,11
5-Mar-20	12:21:07	6,49	6-Mar-20	12:21:07	6,15	7-Mar-20	12:21:07	8,34
5-Mar-20	12:31:07	6,48	6-Mar-20	12:31:07	6,30	7-Mar-20	12:31:07	8,28
5-Mar-20	12:41:07	6,51	6-Mar-20	12:41:07	6,41	7-Mar-20	12:41:07	8,25
5-Mar-20	12:51:07	6,51	6-Mar-20	12:51:07	6,48	7-Mar-20	12:51:07	8,30
5-Mar-20	13:01:07	6,53	6-Mar-20	13:01:07	6,52	7-Mar-20	13:01:07	8,12
5-Mar-20	13:11:21	6,53	6-Mar-20	13:11:21	6,55	7-Mar-20	13:11:21	8,49
5-Mar-20	13:21:21	6,54	6-Mar-20	13:21:21	6,57	7-Mar-20	13:21:21	8,47
5-Mar-20	13:31:21	6,57	6-Mar-20	13:31:21	6,38	7-Mar-20	13:31:21	8,29
5-Mar-20	13:41:21	6,50	6-Mar-20	13:41:21	6,37	7-Mar-20	13:41:21	8,34
5-Mar-20	13:51:21	6,39	6-Mar-20	13:51:21	6,47	7-Mar-20	13:51:21	8,56
5-Mar-20	14:01:21	6,34	6-Mar-20	14:01:21	6,53	7-Mar-20	14:01:21	8,48
5-Mar-20	14:11:21	6,41	6-Mar-20	14:11:21	6,57	7-Mar-20	14:11:21	8,43
5-Mar-20	14:21:21	6,42	6-Mar-20	14:21:21	6,59	7-Mar-20	14:21:21	8,65
5-Mar-20	14:31:21	6,44	6-Mar-20	14:31:21	5,78	7-Mar-20	14:31:21	8,45
5-Mar-20	14:41:21	6,36	6-Mar-20	14:41:21	5,75	7-Mar-20	14:41:21	8,44
5-Mar-20	14:51:21	6,42	6-Mar-20	14:51:21	5,72	7-Mar-20	14:51:21	8,65
5-Mar-20	15:01:21	6,45	6-Mar-20	15:01:21	6,00	7-Mar-20	15:01:21	8,51
5-Mar-20	15:11:21	6,04	6-Mar-20	15:11:21	6,10	7-Mar-20	15:11:21	8,54
5-Mar-20	15:21:21	5,99	6-Mar-20	15:21:21	6,67	7-Mar-20	15:21:21	8,50
5-Mar-20	15:31:21	6,08	6-Mar-20	15:31:21	6,68	7-Mar-20	15:31:21	8,35
5-Mar-20	15:41:21	6,23	6-Mar-20	15:41:21	6,75	7-Mar-20	15:41:21	8,24
5-Mar-20	15:51:21	6,34	6-Mar-20	15:51:21	6,76	7-Mar-20	15:51:21	8,29
5-Mar-20	16:01:21	6,39	6-Mar-20	16:01:21	6,78	7-Mar-20	16:01:21	8,31
5-Mar-20	16:11:21	6,43	6-Mar-20	16:11:21	6,83	7-Mar-20	16:11:21	8,16
5-Mar-20	16:21:21	6,45	6-Mar-20	16:21:21	6,36	7-Mar-20	16:21:21	8,15
5-Mar-20	16:31:21	6,31	6-Mar-20	16:31:21	6,53	7-Mar-20	16:31:21	8,11
5-Mar-20	16:41:21	6,36	6-Mar-20	16:41:21	6,72	7-Mar-20	16:41:21	8,06
5-Mar-20	16:51:21	6,42	6-Mar-20	16:51:21	6,81	7-Mar-20	16:51:21	7,84
5-Mar-20	17:01:21	6,45	6-Mar-20	17:01:21	6,78	7-Mar-20	17:01:21	7,88

Fecha	Hora	pH	Fecha	Hora	pH	Fecha	Hora	pH
8-Mar-20	7:31:07	7,66	9-Mar-20	7:31:07	7,18	10-Mar-20	7:31:07	7,03
8-Mar-20	7:41:07	7,77	9-Mar-20	7:41:07	7,74	10-Mar-20	7:41:07	8,03
8-Mar-20	7:51:07	7,78	9-Mar-20	7:51:07	7,10	10-Mar-20	7:51:07	7,89
8-Mar-20	8:01:07	7,82	9-Mar-20	8:01:07	7,54	10-Mar-20	8:01:07	7,06
8-Mar-20	8:11:07	7,84	9-Mar-20	8:11:07	7,41	10-Mar-20	8:11:07	7,65
8-Mar-20	8:21:07	7,80	9-Mar-20	8:21:07	7,60	10-Mar-20	8:21:07	7,58
8-Mar-20	8:31:07	7,78	9-Mar-20	8:31:07	6,82	10-Mar-20	8:31:07	7,53
8-Mar-20	8:41:07	7,78	9-Mar-20	8:41:07	5,64	10-Mar-20	8:41:07	7,45
8-Mar-20	8:51:07	7,80	9-Mar-20	8:51:07	6,60	10-Mar-20	8:51:07	7,31
8-Mar-20	9:01:07	7,83	9-Mar-20	9:01:07	6,70	10-Mar-20	9:01:07	6,54
8-Mar-20	9:11:07	7,93	9-Mar-20	9:11:07	7,28	10-Mar-20	9:11:07	6,26
8-Mar-20	9:21:07	8,01	9-Mar-20	9:21:07	7,77	10-Mar-20	9:21:07	6,57
8-Mar-20	9:31:07	8,04	9-Mar-20	9:31:07	9,91	10-Mar-20	9:31:07	6,20
8-Mar-20	9:41:07	9,28	9-Mar-20	9:41:07	9,61	10-Mar-20	9:41:07	7,02
8-Mar-20	9:51:07	9,21	9-Mar-20	9:51:07	9,59	10-Mar-20	9:51:07	6,57
8-Mar-20	10:01:07	9,07	9-Mar-20	10:01:07	9,51	10-Mar-20	10:01:07	8,41
8-Mar-20	10:11:07	8,97	9-Mar-20	10:11:07	9,34	10-Mar-20	10:11:07	8,28
8-Mar-20	10:21:07	9,53	9-Mar-20	10:21:07	7,65	10-Mar-20	10:21:07	8,34
8-Mar-20	10:31:07	9,66	9-Mar-20	10:31:07	9,16	10-Mar-20	10:31:07	8,71
8-Mar-20	10:41:07	9,66	9-Mar-20	10:41:07	8,99	10-Mar-20	10:41:07	8,71
8-Mar-20	10:51:07	9,95	9-Mar-20	10:51:07	8,69	10-Mar-20	10:51:07	8,81
8-Mar-20	11:01:07	10,05	9-Mar-20	11:01:07	9,10	10-Mar-20	11:01:07	9,13
8-Mar-20	11:11:07	10,27	9-Mar-20	11:11:07	9,65	10-Mar-20	11:11:07	9,08
8-Mar-20	11:21:07	10,19	9-Mar-20	11:21:07	10,34	10-Mar-20	11:21:07	10,07
8-Mar-20	11:31:07	10,29	9-Mar-20	11:31:07	10,10	10-Mar-20	11:31:07	9,49
8-Mar-20	11:41:07	10,21	9-Mar-20	11:41:07	9,79	10-Mar-20	11:41:07	9,87
8-Mar-20	11:51:07	10,23	9-Mar-20	11:51:07	9,99	10-Mar-20	11:51:07	9,32
8-Mar-20	12:01:07	10,07	9-Mar-20	12:01:07	8,52	10-Mar-20	12:01:07	8,15
8-Mar-20	12:11:07	10,44	9-Mar-20	12:11:07	9,79	10-Mar-20	12:11:07	9,83
8-Mar-20	12:21:07	10,36	9-Mar-20	12:21:07	9,83	10-Mar-20	12:21:07	9,28
8-Mar-20	12:31:07	10,10	9-Mar-20	12:31:07	9,83	10-Mar-20	12:31:07	9,66
8-Mar-20	12:41:07	10,61	9-Mar-20	12:41:07	9,57	10-Mar-20	12:41:07	10,00
8-Mar-20	12:51:07	10,53	9-Mar-20	12:51:07	9,14	10-Mar-20	12:51:07	10,23
8-Mar-20	13:01:07	10,46	9-Mar-20	13:01:07	9,16	10-Mar-20	13:01:07	10,25
8-Mar-20	13:11:21	10,36	9-Mar-20	13:11:21	9,46	10-Mar-20	13:11:21	9,59
8-Mar-20	13:21:21	9,23	9-Mar-20	13:21:21	9,35	10-Mar-20	13:21:21	10,26
8-Mar-20	13:31:21	9,88	9-Mar-20	13:31:21	8,24	10-Mar-20	13:31:21	8,73
8-Mar-20	13:41:21	9,62	9-Mar-20	13:41:21	9,16	10-Mar-20	13:41:21	9,60
8-Mar-20	13:51:21	9,56	9-Mar-20	13:51:21	9,19	10-Mar-20	13:51:21	9,89
8-Mar-20	14:01:21	9,51	9-Mar-20	14:01:21	8,66	10-Mar-20	14:01:21	10,04
8-Mar-20	14:11:21	9,44	9-Mar-20	14:11:21	11,19	10-Mar-20	14:11:21	9,07
8-Mar-20	14:21:21	9,32	9-Mar-20	14:21:21	9,99	10-Mar-20	14:21:21	9,40
8-Mar-20	14:31:21	9,60	9-Mar-20	14:31:21	9,99	10-Mar-20	14:31:21	11,12
8-Mar-20	14:41:21	9,65	9-Mar-20	14:41:21	10,46	10-Mar-20	14:41:21	10,00
8-Mar-20	14:51:21	9,66	9-Mar-20	14:51:21	11,29	10-Mar-20	14:51:21	11,29
8-Mar-20	15:01:21	9,46	9-Mar-20	15:01:21	10,76	10-Mar-20	15:01:21	11,61
8-Mar-20	15:11:21	9,57	9-Mar-20	15:11:21	9,90	10-Mar-20	15:11:21	11,71
8-Mar-20	15:21:21	10,31	9-Mar-20	15:21:21	10,30	10-Mar-20	15:21:21	10,96
8-Mar-20	15:31:21	10,40	9-Mar-20	15:31:21	10,20	10-Mar-20	15:31:21	11,20
8-Mar-20	15:41:21	10,34	9-Mar-20	15:41:21	10,93	10-Mar-20	15:41:21	10,98
8-Mar-20	15:51:21	10,95	9-Mar-20	15:51:21	11,34	10-Mar-20	15:51:21	10,09
8-Mar-20	16:01:21	10,83	9-Mar-20	16:01:21	10,31	10-Mar-20	16:01:21	10,44
8-Mar-20	16:11:21	10,66	9-Mar-20	16:11:21	11,18	10-Mar-20	16:11:21	9,77
8-Mar-20	16:21:21	11,61	9-Mar-20	16:21:21	8,87	10-Mar-20	16:21:21	10,80
8-Mar-20	16:31:21	11,75	9-Mar-20	16:31:21	10,08	10-Mar-20	16:31:21	9,35
8-Mar-20	16:41:21	11,57	9-Mar-20	16:41:21	10,82	10-Mar-20	16:41:21	9,35
8-Mar-20	16:51:21	11,86	9-Mar-20	16:51:21	10,82	10-Mar-20	16:51:21	9,52
8-Mar-20	17:01:21	11,72	9-Mar-20	17:01:21	7,29	10-Mar-20	17:01:21	8,61

Fecha	Hora	pH	Fecha	Hora	pH	Fecha	Hora	pH
11-Mar-20	7:31:07	8,43	12-Mar-20	7:31:07	7,41	13-Mar-20	7:31:07	8,11
11-Mar-20	7:41:07	8,30	12-Mar-20	7:41:07	7,60	13-Mar-20	7:41:07	8,11
11-Mar-20	7:51:07	8,26	12-Mar-20	7:51:07	7,47	13-Mar-20	7:51:07	8,22
11-Mar-20	8:01:07	8,29	12-Mar-20	8:01:07	7,45	13-Mar-20	8:01:07	8,27
11-Mar-20	8:11:07	8,38	12-Mar-20	8:11:07	7,73	13-Mar-20	8:11:07	8,21
11-Mar-20	8:21:07	7,98	12-Mar-20	8:21:07	7,98	13-Mar-20	8:21:07	8,02
11-Mar-20	8:31:07	7,91	12-Mar-20	8:31:07	7,63	13-Mar-20	8:31:07	8,15
11-Mar-20	8:41:07	7,86	12-Mar-20	8:41:07	8,31	13-Mar-20	8:41:07	8,04
11-Mar-20	8:51:07	8,16	12-Mar-20	8:51:07	8,13	13-Mar-20	8:51:07	7,87
11-Mar-20	9:01:07	7,87	12-Mar-20	9:01:07	7,98	13-Mar-20	9:01:07	7,96
11-Mar-20	9:11:07	7,76	12-Mar-20	9:11:07	8,19	13-Mar-20	9:11:07	7,78
11-Mar-20	9:21:07	8,36	12-Mar-20	9:21:07	8,01	13-Mar-20	9:21:07	7,75
11-Mar-20	9:31:07	8,00	12-Mar-20	9:31:07	8,01	13-Mar-20	9:31:07	7,89
11-Mar-20	9:41:07	8,26	12-Mar-20	9:41:07	7,89	13-Mar-20	9:41:07	7,63
11-Mar-20	9:51:07	8,47	12-Mar-20	9:51:07	7,93	13-Mar-20	9:51:07	8,01
11-Mar-20	10:01:07	8,14	12-Mar-20	10:01:07	8,05	13-Mar-20	10:01:07	7,73
11-Mar-20	10:11:07	8,27	12-Mar-20	10:11:07	8,01	13-Mar-20	10:11:07	8,17
11-Mar-20	10:21:07	8,73	12-Mar-20	10:21:07	8,41	13-Mar-20	10:21:07	8,39
11-Mar-20	10:31:07	8,56	12-Mar-20	10:31:07	8,47	13-Mar-20	10:31:07	8,44
11-Mar-20	10:41:07	7,94	12-Mar-20	10:41:07	8,41	13-Mar-20	10:41:07	8,27
11-Mar-20	10:51:07	8,29	12-Mar-20	10:51:07	9,06	13-Mar-20	10:51:07	8,49
11-Mar-20	11:01:07	8,86	12-Mar-20	11:01:07	8,67	13-Mar-20	11:01:07	8,33
11-Mar-20	11:11:07	8,55	12-Mar-20	11:11:07	9,49	13-Mar-20	11:11:07	8,49
11-Mar-20	11:21:07	8,72	12-Mar-20	11:21:07	9,86	13-Mar-20	11:21:07	8,51
11-Mar-20	11:31:07	8,42	12-Mar-20	11:31:07	8,44	13-Mar-20	11:31:07	8,29
11-Mar-20	11:41:07	8,50	12-Mar-20	11:41:07	9,50	13-Mar-20	11:41:07	8,93
11-Mar-20	11:51:07	8,82	12-Mar-20	11:51:07	8,80	13-Mar-20	11:51:07	8,87
11-Mar-20	12:01:07	8,43	12-Mar-20	12:01:07	8,98	13-Mar-20	12:01:07	8,82
11-Mar-20	12:11:07	8,68	12-Mar-20	12:11:07	8,59	13-Mar-20	12:11:07	8,88
11-Mar-20	12:21:07	8,59	12-Mar-20	12:21:07	8,05	13-Mar-20	12:21:07	8,84
11-Mar-20	12:31:07	8,14	12-Mar-20	12:31:07	8,91	13-Mar-20	12:31:07	8,45
11-Mar-20	12:41:07	8,44	12-Mar-20	12:41:07	8,43	13-Mar-20	12:41:07	8,64
11-Mar-20	12:51:07	8,56	12-Mar-20	12:51:07	8,66	13-Mar-20	12:51:07	8,61
11-Mar-20	13:01:07	8,51	12-Mar-20	13:01:07	8,69	13-Mar-20	13:01:07	8,11
11-Mar-20	13:11:21	8,95	12-Mar-20	13:11:21	8,52	13-Mar-20	13:11:21	8,37
11-Mar-20	13:21:21	10,47	12-Mar-20	13:21:21	9,14	13-Mar-20	13:21:21	8,33
11-Mar-20	13:31:21	9,26	12-Mar-20	13:31:21	9,80	13-Mar-20	13:31:21	8,28
11-Mar-20	13:41:21	10,77	12-Mar-20	13:41:21	9,17	13-Mar-20	13:41:21	8,47
11-Mar-20	13:51:21	10,18	12-Mar-20	13:51:21	10,42	13-Mar-20	13:51:21	8,01
11-Mar-20	14:01:21	8,27	12-Mar-20	14:01:21	9,31	13-Mar-20	14:01:21	8,22
11-Mar-20	14:11:21	10,67	12-Mar-20	14:11:21	9,51	13-Mar-20	14:11:21	8,62
11-Mar-20	14:21:21	9,75	12-Mar-20	14:21:21	10,39	13-Mar-20	14:21:21	7,53
11-Mar-20	14:31:21	9,94	12-Mar-20	14:31:21	9,22	13-Mar-20	14:31:21	8,51
11-Mar-20	14:41:21	10,48	12-Mar-20	14:41:21	10,34	13-Mar-20	14:41:21	8,79
11-Mar-20	14:51:21	9,83	12-Mar-20	14:51:21	9,66	13-Mar-20	14:51:21	8,13
11-Mar-20	15:01:21	10,28	12-Mar-20	15:01:21	9,62	13-Mar-20	15:01:21	8,72
11-Mar-20	15:11:21	10,59	12-Mar-20	15:11:21	9,90	13-Mar-20	15:11:21	8,64
11-Mar-20	15:21:21	11,47	12-Mar-20	15:21:21	10,68	13-Mar-20	15:21:21	9,41
11-Mar-20	15:31:21	10,94	12-Mar-20	15:31:21	9,78	13-Mar-20	15:31:21	9,11
11-Mar-20	15:41:21	11,27	12-Mar-20	15:41:21	10,36	13-Mar-20	15:41:21	7,69
11-Mar-20	15:51:21	11,55	12-Mar-20	15:51:21	10,18	13-Mar-20	15:51:21	8,85
11-Mar-20	16:01:21	10,94	12-Mar-20	16:01:21	8,13	13-Mar-20	16:01:21	9,61
11-Mar-20	16:11:21	10,77	12-Mar-20	16:11:21	9,47	13-Mar-20	16:11:21	9,15
11-Mar-20	16:21:21	11,20	12-Mar-20	16:21:21	8,90	13-Mar-20	16:21:21	9,78
11-Mar-20	16:31:21	10,96	12-Mar-20	16:31:21	8,94	13-Mar-20	16:31:21	10,13
11-Mar-20	16:41:21	10,85	12-Mar-20	16:41:21	8,67	13-Mar-20	16:41:21	9,46
11-Mar-20	16:51:21	10,69	12-Mar-20	16:51:21	8,61	13-Mar-20	16:51:21	10,01
11-Mar-20	17:01:21	9,52	12-Mar-20	17:01:21	8,73	13-Mar-20	17:01:21	9,56

Fecha	Hora	pH	Fecha	Hora	pH	Fecha	Hora	pH
14-Mar-20	7:31:07	9,24	15-Mar-20	7:31:07	7,68	16-Mar-20	7:31:07	7,61
14-Mar-20	7:41:07	9,14	15-Mar-20	7:41:07	7,86	16-Mar-20	7:41:07	7,19
14-Mar-20	7:51:07	8,49	15-Mar-20	7:51:07	7,98	16-Mar-20	7:51:07	7,65
14-Mar-20	8:01:07	8,41	15-Mar-20	8:01:07	7,91	16-Mar-20	8:01:07	7,05
14-Mar-20	8:11:07	8,75	15-Mar-20	8:11:07	8,39	16-Mar-20	8:11:07	7,24
14-Mar-20	8:21:07	8,68	15-Mar-20	8:21:07	8,48	16-Mar-20	8:21:07	7,69
14-Mar-20	8:31:07	8,76	15-Mar-20	8:31:07	8,42	16-Mar-20	8:31:07	7,78
14-Mar-20	8:41:07	8,75	15-Mar-20	8:41:07	8,77	16-Mar-20	8:41:07	7,87
14-Mar-20	8:51:07	8,93	15-Mar-20	8:51:07	9,04	16-Mar-20	8:51:07	7,75
14-Mar-20	9:01:07	8,85	15-Mar-20	9:01:07	9,46	16-Mar-20	9:01:07	7,97
14-Mar-20	9:11:07	8,53	15-Mar-20	9:11:07	9,41	16-Mar-20	9:11:07	8,26
14-Mar-20	9:21:07	8,78	15-Mar-20	9:21:07	9,16	16-Mar-20	9:21:07	8,32
14-Mar-20	9:31:07	8,90	15-Mar-20	9:31:07	9,16	16-Mar-20	9:31:07	8,12
14-Mar-20	9:41:07	9,17	15-Mar-20	9:41:07	9,73	16-Mar-20	9:41:07	7,91
14-Mar-20	9:51:07	8,95	15-Mar-20	9:51:07	9,79	16-Mar-20	9:51:07	8,18
14-Mar-20	10:01:07	9,10	15-Mar-20	10:01:07	9,85	16-Mar-20	10:01:07	8,34
14-Mar-20	10:11:07	8,98	15-Mar-20	10:11:07	9,94	16-Mar-20	10:11:07	8,42
14-Mar-20	10:21:07	8,30	15-Mar-20	10:21:07	9,82	16-Mar-20	10:21:07	8,36
14-Mar-20	10:31:07	8,69	15-Mar-20	10:31:07	10,18	16-Mar-20	10:31:07	8,70
14-Mar-20	10:41:07	8,65	15-Mar-20	10:41:07	10,28	16-Mar-20	10:41:07	8,67
14-Mar-20	10:51:07	9,07	15-Mar-20	10:51:07	10,54	16-Mar-20	10:51:07	8,77
14-Mar-20	11:01:07	8,86	15-Mar-20	11:01:07	10,74	16-Mar-20	11:01:07	8,80
14-Mar-20	11:11:07	9,32	15-Mar-20	11:11:07	10,45	16-Mar-20	11:11:07	8,43
14-Mar-20	11:21:07	9,36	15-Mar-20	11:21:07	10,38	16-Mar-20	11:21:07	8,54
14-Mar-20	11:31:07	9,24	15-Mar-20	11:31:07	10,42	16-Mar-20	11:31:07	8,56
14-Mar-20	11:41:07	9,44	15-Mar-20	11:41:07	10,10	16-Mar-20	11:41:07	8,66
14-Mar-20	11:51:07	9,27	15-Mar-20	11:51:07	9,80	16-Mar-20	11:51:07	8,47
14-Mar-20	12:01:07	8,98	15-Mar-20	12:01:07	9,28	16-Mar-20	12:01:07	8,10
14-Mar-20	12:11:07	9,06	15-Mar-20	12:11:07	9,18	16-Mar-20	12:11:07	8,42
14-Mar-20	12:21:07	9,02	15-Mar-20	12:21:07	9,12	16-Mar-20	12:21:07	7,97
14-Mar-20	12:31:07	8,97	15-Mar-20	12:31:07	8,89	16-Mar-20	12:31:07	8,16
14-Mar-20	12:41:07	9,13	15-Mar-20	12:41:07	9,00	16-Mar-20	12:41:07	8,25
14-Mar-20	12:51:07	9,46	15-Mar-20	12:51:07	8,93	16-Mar-20	12:51:07	8,39
14-Mar-20	13:01:07	9,70	15-Mar-20	13:01:07	8,61	16-Mar-20	13:01:07	8,49
14-Mar-20	13:11:21	9,76	15-Mar-20	13:11:21	8,82	16-Mar-20	13:11:21	8,66
14-Mar-20	13:21:21	9,71	15-Mar-20	13:21:21	8,88	16-Mar-20	13:21:21	8,49
14-Mar-20	13:31:21	9,51	15-Mar-20	13:31:21	8,85	16-Mar-20	13:31:21	8,76
14-Mar-20	13:41:21	9,52	15-Mar-20	13:41:21	9,00	16-Mar-20	13:41:21	8,69
14-Mar-20	13:51:21	9,68	15-Mar-20	13:51:21	8,75	16-Mar-20	13:51:21	8,61
14-Mar-20	14:01:21	9,38	15-Mar-20	14:01:21	8,54	16-Mar-20	14:01:21	8,75
14-Mar-20	14:11:21	9,28	15-Mar-20	14:11:21	8,52	16-Mar-20	14:11:21	8,77
14-Mar-20	14:21:21	9,22	15-Mar-20	14:21:21	8,58	16-Mar-20	14:21:21	8,82
14-Mar-20	14:31:21	9,28	15-Mar-20	14:31:21	8,66	16-Mar-20	14:31:21	8,91
14-Mar-20	14:41:21	9,48	15-Mar-20	14:41:21	8,87	16-Mar-20	14:41:21	8,86
14-Mar-20	14:51:21	9,37	15-Mar-20	14:51:21	9,13	16-Mar-20	14:51:21	8,76
14-Mar-20	15:01:21	9,27	15-Mar-20	15:01:21	9,16	16-Mar-20	15:01:21	8,86
14-Mar-20	15:11:21	8,51	15-Mar-20	15:11:21	9,16	16-Mar-20	15:11:21	8,85
14-Mar-20	15:21:21	8,44	15-Mar-20	15:21:21	9,28	16-Mar-20	15:21:21	8,73
14-Mar-20	15:31:21	8,65	15-Mar-20	15:31:21	9,29	16-Mar-20	15:31:21	8,77
14-Mar-20	15:41:21	8,69	15-Mar-20	15:41:21	9,24	16-Mar-20	15:41:21	8,93
14-Mar-20	15:51:21	8,77	15-Mar-20	15:51:21	9,37	16-Mar-20	15:51:21	8,81
14-Mar-20	16:01:21	8,73	15-Mar-20	16:01:21	9,60	16-Mar-20	16:01:21	8,75
14-Mar-20	16:11:21	8,78	15-Mar-20	16:11:21	9,48	16-Mar-20	16:11:21	8,77
14-Mar-20	16:21:21	8,63	15-Mar-20	16:21:21	9,53	16-Mar-20	16:21:21	8,80
14-Mar-20	16:31:21	8,67	15-Mar-20	16:31:21	9,55	16-Mar-20	16:31:21	8,73
14-Mar-20	16:41:21	8,92	15-Mar-20	16:41:21	9,43	16-Mar-20	16:41:21	8,80
14-Mar-20	16:51:21	8,67	15-Mar-20	16:51:21	9,41	16-Mar-20	16:51:21	7,95
14-Mar-20	17:01:21	8,95	15-Mar-20	17:01:21	9,30	16-Mar-20	17:01:21	8,14

Fecha	Hora	pH	Fecha	Hora	pH	Fecha	Hora	pH
17-Mar-20	7:31:07	7,23	18-Mar-20	7:31:07	4,37	19-Mar-20	7:31:07	8,57
17-Mar-20	7:41:07	7,39	18-Mar-20	7:41:07	4,48	19-Mar-20	7:41:07	8,13
17-Mar-20	7:51:07	7,71	18-Mar-20	7:51:07	4,83	19-Mar-20	7:51:07	8,32
17-Mar-20	8:01:07	8,14	18-Mar-20	8:01:07	6,69	19-Mar-20	8:01:07	7,99
17-Mar-20	8:11:07	8,05	18-Mar-20	8:11:07	7,86	19-Mar-20	8:11:07	7,88
17-Mar-20	8:21:07	8,12	18-Mar-20	8:21:07	7,86	19-Mar-20	8:21:07	7,90
17-Mar-20	8:31:07	8,23	18-Mar-20	8:31:07	8,33	19-Mar-20	8:31:07	7,54
17-Mar-20	8:41:07	8,13	18-Mar-20	8:41:07	8,15	19-Mar-20	8:41:07	7,59
17-Mar-20	8:51:07	7,93	18-Mar-20	8:51:07	8,43	19-Mar-20	8:51:07	7,51
17-Mar-20	9:01:07	6,97	18-Mar-20	9:01:07	8,29	19-Mar-20	9:01:07	7,34
17-Mar-20	9:11:07	6,17	18-Mar-20	9:11:07	7,99	19-Mar-20	9:11:07	7,22
17-Mar-20	9:21:07	5,31	18-Mar-20	9:21:07	8,23	19-Mar-20	9:21:07	7,29
17-Mar-20	9:31:07	5,10	18-Mar-20	9:31:07	8,45	19-Mar-20	9:31:07	6,92
17-Mar-20	9:41:07	5,15	18-Mar-20	9:41:07	8,24	19-Mar-20	9:41:07	7,05
17-Mar-20	9:51:07	7,68	18-Mar-20	9:51:07	8,98	19-Mar-20	9:51:07	7,18
17-Mar-20	10:01:07	7,48	18-Mar-20	10:01:07	8,58	19-Mar-20	10:01:07	6,62
17-Mar-20	10:11:07	8,20	18-Mar-20	10:11:07	8,82	19-Mar-20	10:11:07	6,64
17-Mar-20	10:21:07	8,12	18-Mar-20	10:21:07	9,68	19-Mar-20	10:21:07	6,67
17-Mar-20	10:31:07	8,01	18-Mar-20	10:31:07	9,89	19-Mar-20	10:31:07	6,15
17-Mar-20	10:41:07	7,55	18-Mar-20	10:41:07	9,94	19-Mar-20	10:41:07	6,50
17-Mar-20	10:51:07	9,05	18-Mar-20	10:51:07	9,60	19-Mar-20	10:51:07	6,53
17-Mar-20	11:01:07	9,56	18-Mar-20	11:01:07	10,00	19-Mar-20	11:01:07	6,54
17-Mar-20	11:11:07	9,55	18-Mar-20	11:11:07	9,40	19-Mar-20	11:11:07	7,70
17-Mar-20	11:21:07	9,52	18-Mar-20	11:21:07	9,11	19-Mar-20	11:21:07	7,71
17-Mar-20	11:31:07	9,78	18-Mar-20	11:31:07	9,59	19-Mar-20	11:31:07	9,46
17-Mar-20	11:41:07	9,94	18-Mar-20	11:41:07	9,20	19-Mar-20	11:41:07	9,36
17-Mar-20	11:51:07	9,82	18-Mar-20	11:51:07	10,00	19-Mar-20	11:51:07	9,96
17-Mar-20	12:01:07	10,10	18-Mar-20	12:01:07	9,61	19-Mar-20	12:01:07	10,15
17-Mar-20	12:11:07	9,95	18-Mar-20	12:11:07	9,14	19-Mar-20	12:11:07	9,68
17-Mar-20	12:21:07	10,06	18-Mar-20	12:21:07	10,38	19-Mar-20	12:21:07	10,35
17-Mar-20	12:31:07	9,89	18-Mar-20	12:31:07	9,65	19-Mar-20	12:31:07	10,20
17-Mar-20	12:41:07	10,18	18-Mar-20	12:41:07	10,39	19-Mar-20	12:41:07	10,24
17-Mar-20	12:51:07	10,10	18-Mar-20	12:51:07	10,13	19-Mar-20	12:51:07	10,91
17-Mar-20	13:01:07	10,07	18-Mar-20	13:01:07	9,80	19-Mar-20	13:01:07	10,64
17-Mar-20	13:11:21	10,75	18-Mar-20	13:11:21	9,75	19-Mar-20	13:11:21	10,24
17-Mar-20	13:21:21	10,29	18-Mar-20	13:21:21	10,24	19-Mar-20	13:21:21	10,89
17-Mar-20	13:31:21	10,94	18-Mar-20	13:31:21	9,50	19-Mar-20	13:31:21	10,01
17-Mar-20	13:41:21	11,17	18-Mar-20	13:41:21	10,04	19-Mar-20	13:41:21	10,06
17-Mar-20	13:51:21	11,08	18-Mar-20	13:51:21	10,23	19-Mar-20	13:51:21	10,63
17-Mar-20	14:01:21	10,83	18-Mar-20	14:01:21	9,51	19-Mar-20	14:01:21	10,12
17-Mar-20	14:11:21	11,43	18-Mar-20	14:11:21	9,94	19-Mar-20	14:11:21	10,74
17-Mar-20	14:21:21	11,15	18-Mar-20	14:21:21	10,03	19-Mar-20	14:21:21	10,49
17-Mar-20	14:31:21	10,99	18-Mar-20	14:31:21	10,77	19-Mar-20	14:31:21	9,98
17-Mar-20	14:41:21	10,81	18-Mar-20	14:41:21	10,85	19-Mar-20	14:41:21	10,05
17-Mar-20	14:51:21	9,45	18-Mar-20	14:51:21	11,50	19-Mar-20	14:51:21	10,41
17-Mar-20	15:01:21	10,52	18-Mar-20	15:01:21	11,54	19-Mar-20	15:01:21	9,90
17-Mar-20	15:11:21	10,41	18-Mar-20	15:11:21	11,69	19-Mar-20	15:11:21	10,49
17-Mar-20	15:21:21	10,44	18-Mar-20	15:21:21	11,36	19-Mar-20	15:21:21	10,10
17-Mar-20	15:31:21	10,35	18-Mar-20	15:31:21	11,33	19-Mar-20	15:31:21	11,04
17-Mar-20	15:41:21	10,68	18-Mar-20	15:41:21	11,02	19-Mar-20	15:41:21	10,90
17-Mar-20	15:51:21	10,54	18-Mar-20	15:51:21	11,10	19-Mar-20	15:51:21	10,85
17-Mar-20	16:01:21	10,58	18-Mar-20	16:01:21	10,94	19-Mar-20	16:01:21	10,45
17-Mar-20	16:11:21	10,50	18-Mar-20	16:11:21	11,24	19-Mar-20	16:11:21	10,43
17-Mar-20	16:21:21	10,50	18-Mar-20	16:21:21	11,10	19-Mar-20	16:21:21	10,34
17-Mar-20	16:31:21	10,03	18-Mar-20	16:31:21	10,94	19-Mar-20	16:31:21	10,43
17-Mar-20	16:41:21	9,07	18-Mar-20	16:41:21	10,69	19-Mar-20	16:41:21	10,45
17-Mar-20	16:51:21	9,33	18-Mar-20	16:51:21	10,70	19-Mar-20	16:51:21	10,50
17-Mar-20	17:01:21	9,71	18-Mar-20	17:01:21	10,74	19-Mar-20	17:01:21	10,54

Anexo 10: Resultados del instrumento para exactitud del sistema del 5 al 19 de Marzo de 2020

INSTRUMENTO PARA LA EXACTITUD DEL SISTEMA DE NEUTRALIZACIÓN DE PH				
Área:	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)			
Fecha:	05 / Marzo / 2020	Hora de inicio de actividad:	07:31	
Actividad n°:	1	Hora de término de actividad:	17:01	
		Tiempo total de actividad:	9,5 horas (570 minutos)	
Encargado de la actividad:	Roberto			
Descripción de la actividad:	El encargado de la actividad tomará las lecturas de pH visualizadas en el controlador del sistema de neutralización de aguas residuales, también evaluará la exactitud de neutralización durante una jornada laboral.			
Intervalo de tiempo entre mediciones:	10 min		Total de mediciones:	58
Autorizado por:	La empresa en estudio			
Medición N°	Hora hh:mm	Señal de referencia us (pH)	Señal de salida es (pH)	Margen de error us - es (pH)
1	07:31:07	7	5,98	1,02
2	07:41:07	7	7,52	0,52
3	07:51:07	7	7,70	0,70
4	08:01:07	7	7,90	0,90
5	08:11:07	7	6,11	0,89
6	08:21:07	7	6,40	0,60
7	08:31:07	7	8,88	1,88
8	08:41:07	7	8,22	1,22
9	08:51:07	7	8,87	1,87
10	09:01:07	7	9,03	2,03
11	09:11:07	7	4,62	2,38
12	09:21:07	7	4,52	2,48
13	09:31:07	7	4,66	2,34
14	09:41:07	7	4,69	2,31
15	09:51:07	7	4,66	2,34
16	10:01:07	7	4,67	2,33
17	10:11:07	7	4,64	2,36
18	10:21:07	7	4,70	2,30
19	10:31:07	7	4,71	2,29
20	10:41:07	7	6,52	0,48
21	10:51:07	7	6,43	0,57
22	11:01:07	7	6,43	0,57
23	11:11:07	7	6,36	0,64
24	11:21:07	7	6,43	0,57
25	11:31:07	7	6,48	0,52
26	11:41:07	7	6,52	0,48
27	11:51:07	7	6,53	0,47
28	12:01:07	7	6,49	0,51
29	12:11:07	7	6,52	0,48
30	12:21:07	7	6,49	0,51
31	12:31:07	7	6,48	0,52
32	12:41:07	7	6,51	0,49
33	12:51:07	7	6,51	0,49
34	13:01:07	7	6,53	0,47
35	13:11:21	7	6,53	0,47
36	13:21:21	7	6,54	0,46
37	13:31:21	7	6,57	0,43
38	13:41:21	7	6,50	0,50
39	13:51:21	7	6,39	0,61
40	14:01:21	7	6,34	0,66
41	14:11:21	7	6,41	0,59
42	14:21:21	7	6,42	0,58
43	14:31:21	7	6,44	0,56
44	14:41:21	7	6,36	0,64
45	14:51:21	7	6,42	0,58
46	15:01:21	7	6,45	0,55
47	15:11:21	7	6,04	0,96
48	15:21:21	7	5,99	1,01
49	15:31:21	7	6,08	0,92
50	15:41:21	7	6,23	0,77
51	15:51:21	7	6,34	0,66
52	16:01:21	7	6,39	0,61
53	16:11:21	7	6,43	0,57
54	16:21:21	7	6,45	0,55
55	16:31:21	7	6,31	0,69
56	16:41:21	7	6,36	0,64
57	16:51:21	7	6,42	0,58
58	17:01:21	7	6,45	0,55
Promedio: $Es = \frac{\sum_i^n (us - es)}{n}$				0,96

INSTRUMENTO PARA LA EXACTITUD DEL SISTEMA DE NEUTRALIZACIÓN DE PH				
Área:	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)			
Fecha:	06 / Marzo / 2020	Hora de inicio de actividad:	07:31	
Actividad nº:	2	Hora de término de actividad:	17:01	
		Tiempo total de actividad:	9,5 horas (570 minutos)	
Encargado de la actividad:	Roberto			
Descripción de la actividad:	El encargado de la actividad tomará las lecturas de pH visualizadas en el controlador del sistema de neutralización de aguas residuales, también evaluará la exactitud de neutralización durante una jornada laboral.			
Intervalo de tiempo entre mediciones:	10 min		Total de mediciones:	58
Autorizado por:	La empresa en estudio			
Medición	Hora	Señal de referencia	Señal de salida	Margen de error
Nº	hh:mm	us (pH)	es (pH)	us - es (pH)
1	07:31:07	7	6,52	0,48
2	07:41:07	7	6,17	0,83
3	07:51:07	7	5,97	1,03
4	08:01:07	7	6,20	0,80
5	08:11:07	7	6,13	0,87
6	08:21:07	7	5,97	1,03
7	08:31:07	7	6,18	0,82
8	08:41:07	7	6,29	0,71
9	08:51:07	7	6,38	0,62
10	09:01:07	7	6,41	0,59
11	09:11:07	7	6,44	0,56
12	09:21:07	7	6,46	0,54
13	09:31:07	7	6,48	0,52
14	09:41:07	7	6,49	0,51
15	09:51:07	7	6,35	0,65
16	10:01:07	7	6,34	0,66
17	10:11:07	7	6,43	0,57
18	10:21:07	7	6,49	0,51
19	10:31:07	7	6,36	0,64
20	10:41:07	7	4,80	2,20
21	10:51:07	7	4,72	2,28
22	11:01:07	7	4,80	2,20
23	11:11:07	7	4,90	2,10
24	11:21:07	7	4,72	2,28
25	11:31:07	7	4,80	2,20
26	11:41:07	7	5,50	1,50
27	11:51:07	7	6,00	1,00
28	12:01:07	7	6,61	0,39
29	12:11:07	7	6,31	0,69
30	12:21:07	7	6,15	0,85
31	12:31:07	7	6,30	0,70
32	12:41:07	7	6,41	0,59
33	12:51:07	7	6,48	0,52
34	13:01:07	7	6,52	0,48
35	13:11:21	7	6,55	0,45
36	13:21:21	7	6,57	0,43
37	13:31:21	7	6,38	0,62
38	13:41:21	7	6,37	0,63
39	13:51:21	7	6,47	0,53
40	14:01:21	7	6,53	0,47
41	14:11:21	7	6,57	0,43
42	14:21:21	7	6,59	0,41
43	14:31:21	7	5,78	1,22
44	14:41:21	7	5,75	1,25
45	14:51:21	7	5,72	1,28
46	15:01:21	7	6,00	1,00
47	15:11:21	7	6,10	0,90
48	15:21:21	7	6,67	0,33
49	15:31:21	7	6,68	0,32
50	15:41:21	7	6,75	0,25
51	15:51:21	7	6,76	0,24
52	16:01:21	7	6,78	0,22
53	16:11:21	7	6,83	0,17
54	16:21:21	7	6,36	0,64
55	16:31:21	7	6,53	0,47
56	16:41:21	7	6,72	0,28
57	16:51:21	7	6,81	0,19
58	17:01:21	7	6,78	0,22
Promedio: $E_s = \frac{\sum_1^n (us - es)}{n}$				0,79

INSTRUMENTO PARA LA EXACTITUD DEL SISTEMA DE NEUTRALIZACIÓN DE PH				
Área:	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)			
Fecha:	07 / Marzo / 2020	Hora de inicio de actividad:	07:31	
Actividad nº:	3	Hora de término de actividad:	17:01	
		Tiempo total de actividad:	9,5 horas (570 minutos)	
Encargado de la actividad:	Roberto			
Descripción de la actividad:	El encargado de la actividad tomará las lecturas de pH visualizadas en el controlador del sistema de neutralización de aguas residuales, también evaluará la exactitud de neutralización durante una jornada laboral.			
Intervalo de tiempo entre mediciones:	10 min		Total de mediciones:	58
Autorizado por:	La empresa en estudio			
Medición	Hora	Señal de referencia	Señal de salida	Margen de error
Nº	hh:mm	us (pH)	es (pH)	us - es (pH)
1	07:31:07	7	8,22	1,22
2	07:41:07	7	8,24	1,24
3	07:51:07	7	8,23	1,23
4	08:01:07	7	8,13	1,13
5	08:11:07	7	8,15	1,15
6	08:21:07	7	8,13	1,13
7	08:31:07	7	8,21	1,21
8	08:41:07	7	8,08	1,08
9	08:51:07	7	8,70	1,70
10	09:01:07	7	8,55	1,55
11	09:11:07	7	8,59	1,59
12	09:21:07	7	8,66	1,66
13	09:31:07	7	8,56	1,56
14	09:41:07	7	8,48	1,48
15	09:51:07	7	8,57	1,57
16	10:01:07	7	8,41	1,41
17	10:11:07	7	8,28	1,28
18	10:21:07	7	8,44	1,44
19	10:31:07	7	6,80	0,20
20	10:41:07	7	4,80	2,20
21	10:51:07	7	4,78	2,22
22	11:01:07	7	4,60	2,40
23	11:11:07	7	4,60	2,40
24	11:21:07	7	4,70	2,30
25	11:31:07	7	4,80	2,20
26	11:41:07	7	4,80	2,20
27	11:51:07	7	4,80	2,20
28	12:01:07	7	8,06	1,06
29	12:11:07	7	8,11	1,11
30	12:21:07	7	8,34	1,34
31	12:31:07	7	8,28	1,28
32	12:41:07	7	8,25	1,25
33	12:51:07	7	8,30	1,30
34	13:01:07	7	8,12	1,12
35	13:11:21	7	8,49	1,49
36	13:21:21	7	8,47	1,47
37	13:31:21	7	8,29	1,29
38	13:41:21	7	8,34	1,34
39	13:51:21	7	8,56	1,56
40	14:01:21	7	8,48	1,48
41	14:11:21	7	8,43	1,43
42	14:21:21	7	8,65	1,65
43	14:31:21	7	8,45	1,45
44	14:41:21	7	8,44	1,44
45	14:51:21	7	8,65	1,65
46	15:01:21	7	8,51	1,51
47	15:11:21	7	8,54	1,54
48	15:21:21	7	8,50	1,50
49	15:31:21	7	8,35	1,35
50	15:41:21	7	8,24	1,24
51	15:51:21	7	8,29	1,29
52	16:01:21	7	8,31	1,31
53	16:11:21	7	8,16	1,16
54	16:21:21	7	8,15	1,15
55	16:31:21	7	8,11	1,11
56	16:41:21	7	8,06	1,06
57	16:51:21	7	7,84	0,84
58	17:01:21	7	7,88	0,88
Promedio: $Es = \frac{\sum_1^n (us - es)}{n}$				1,44

INSTRUMENTO PARA LA EXACTITUD DEL SISTEMA DE NEUTRALIZACIÓN DE PH				
Área:	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)			
Fecha:	08 / Marzo / 2020	Hora de inicio de actividad:	07:31	
Actividad n°:	4	Hora de término de actividad:	17:01	
		Tiempo total de actividad:	9,5 horas (570 minutos)	
Encargado de la actividad:	Roberto			
Descripción de la actividad:	El encargado de la actividad tomará las lecturas de pH visualizadas en el controlador del sistema de neutralización de aguas residuales, también evaluará la exactitud de neutralización durante una jornada laboral.			
Intervalo de tiempo entre mediciones:	10 min		Total de mediciones:	58
Autorizado por:	La empresa en estudio			
Medición	Hora	Señal de referencia	Señal de salida	Margen de error
Nº	hh:mm	us (pH)	es (pH)	us - es (pH)
1	07:31:07	7	7,66	0,66
2	07:41:07	7	7,77	0,77
3	07:51:07	7	7,78	0,78
4	08:01:07	7	7,82	0,82
5	08:11:07	7	7,84	0,84
6	08:21:07	7	7,80	0,80
7	08:31:07	7	7,78	0,78
8	08:41:07	7	7,78	0,78
9	08:51:07	7	7,80	0,80
10	09:01:07	7	7,83	0,83
11	09:11:07	7	7,93	0,93
12	09:21:07	7	8,01	1,01
13	09:31:07	7	8,04	1,04
14	09:41:07	7	9,28	2,28
15	09:51:07	7	9,21	2,21
16	10:01:07	7	9,07	2,07
17	10:11:07	7	8,97	1,97
18	10:21:07	7	9,53	2,53
19	10:31:07	7	9,66	2,66
20	10:41:07	7	9,66	2,66
21	10:51:07	7	9,95	2,95
22	11:01:07	7	10,05	3,05
23	11:11:07	7	10,27	3,27
24	11:21:07	7	10,19	3,19
25	11:31:07	7	10,29	3,29
26	11:41:07	7	10,21	3,21
27	11:51:07	7	10,23	3,23
28	12:01:07	7	10,07	3,07
29	12:11:07	7	10,44	3,44
30	12:21:07	7	10,36	3,36
31	12:31:07	7	10,10	3,10
32	12:41:07	7	10,61	3,61
33	12:51:07	7	10,53	3,53
34	13:01:07	7	10,46	3,46
35	13:11:21	7	10,36	3,36
36	13:21:21	7	9,23	2,23
37	13:31:21	7	9,88	2,88
38	13:41:21	7	9,62	2,62
39	13:51:21	7	9,56	2,56
40	14:01:21	7	9,51	2,51
41	14:11:21	7	9,44	2,44
42	14:21:21	7	9,32	2,32
43	14:31:21	7	9,60	2,60
44	14:41:21	7	9,65	2,65
45	14:51:21	7	9,66	2,66
46	15:01:21	7	9,46	2,46
47	15:11:21	7	9,57	2,57
48	15:21:21	7	10,31	3,31
49	15:31:21	7	10,40	3,40
50	15:41:21	7	10,34	3,34
51	15:51:21	7	10,95	3,95
52	16:01:21	7	10,83	3,83
53	16:11:21	7	10,66	3,66
54	16:21:21	7	11,61	4,61
55	16:31:21	7	11,75	4,75
56	16:41:21	7	11,57	4,57
57	16:51:21	7	11,86	4,86
58	17:01:21	7	11,72	4,72
Promedio: $E_s = \frac{\sum_1^n (us - es)}{n}$				2,62

INSTRUMENTO PARA LA EXACTITUD DEL SISTEMA DE NEUTRALIZACIÓN DE PH				
Área:	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)			
Fecha:	09 / Marzo / 2020	Hora de inicio de actividad:	07:31	
Actividad nº:	5	Hora de término de actividad:	17:01	
		Tiempo total de actividad:	9,5 horas (570 minutos)	
Encargado de la actividad:	Roberto			
Descripción de la actividad:	El encargado de la actividad tomará las lecturas de pH visualizadas en el controlador del sistema de neutralización de aguas residuales, también evaluará la exactitud de neutralización durante una jornada laboral.			
Intervalo de tiempo entre mediciones:	10 min		Total de mediciones:	58
Autorizado por:	La empresa en estudio			
Medición	Hora	Señal de referencia	Señal de salida	Margen de error
Nº	hh:mm	us (pH)	es (pH)	us - es (pH)
1	07:31:07	7	7,18	0,18
2	07:41:07	7	7,74	0,74
3	07:51:07	7	7,10	0,10
4	08:01:07	7	7,54	0,54
5	08:11:07	7	7,41	0,41
6	08:21:07	7	7,60	0,60
7	08:31:07	7	6,82	0,18
8	08:41:07	7	5,64	1,36
9	08:51:07	7	6,60	0,40
10	09:01:07	7	6,70	0,30
11	09:11:07	7	7,28	0,28
12	09:21:07	7	7,77	0,77
13	09:31:07	7	9,91	2,91
14	09:41:07	7	9,61	2,61
15	09:51:07	7	9,59	2,59
16	10:01:07	7	9,51	2,51
17	10:11:07	7	9,34	2,34
18	10:21:07	7	7,65	0,65
19	10:31:07	7	9,16	2,16
20	10:41:07	7	8,99	1,99
21	10:51:07	7	8,69	1,69
22	11:01:07	7	9,10	2,10
23	11:11:07	7	9,65	2,65
24	11:21:07	7	10,34	3,34
25	11:31:07	7	10,10	3,10
26	11:41:07	7	9,79	2,79
27	11:51:07	7	9,99	2,99
28	12:01:07	7	8,52	1,52
29	12:11:07	7	9,79	2,79
30	12:21:07	7	9,83	2,83
31	12:31:07	7	9,83	2,83
32	12:41:07	7	9,57	2,57
33	12:51:07	7	9,14	2,14
34	13:01:07	7	9,16	2,16
35	13:11:21	7	9,46	2,46
36	13:21:21	7	9,35	2,35
37	13:31:21	7	8,24	1,24
38	13:41:21	7	9,16	2,16
39	13:51:21	7	9,19	2,19
40	14:01:21	7	8,66	1,66
41	14:11:21	7	11,19	4,19
42	14:21:21	7	9,99	2,99
43	14:31:21	7	9,99	2,99
44	14:41:21	7	10,46	3,46
45	14:51:21	7	11,29	4,29
46	15:01:21	7	10,76	3,76
47	15:11:21	7	9,90	2,90
48	15:21:21	7	10,30	3,30
49	15:31:21	7	10,20	3,20
50	15:41:21	7	10,93	3,93
51	15:51:21	7	11,34	4,34
52	16:01:21	7	10,31	3,31
53	16:11:21	7	11,18	4,18
54	16:21:21	7	8,87	1,87
55	16:31:21	7	10,08	3,08
56	16:41:21	7	10,82	3,82
57	16:51:21	7	10,82	3,82
58	17:01:21	7	7,29	0,29
Promedio: $Es = \frac{\sum_1^n (us - es)}{n}$				2,26

INSTRUMENTO PARA LA EXACTITUD DEL SISTEMA DE NEUTRALIZACIÓN DE PH				
Área:	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)			
Fecha:	10 / Marzo / 2020	Hora de inicio de actividad:	07:31	
Actividad nº:	6	Hora de término de actividad:	17:01	
		Tiempo total de actividad:	9,5 horas (570 minutos)	
Encargado de la actividad:	Roberto			
Descripción de la actividad:	El encargado de la actividad tomará las lecturas de pH visualizadas en el controlador del sistema de neutralización de aguas residuales, también evaluará la exactitud de neutralización durante una jornada laboral.			
Intervalo de tiempo entre mediciones:	10 min		Total de mediciones:	58
Autorizado por:	La empresa en estudio			
Medición	Hora	Señal de referencia	Señal de salida	Margen de error
Nº	hh:mm	us (pH)	es (pH)	us - es (pH)
1	07:31:07	7	7,03	0,03
2	07:41:07	7	8,03	1,03
3	07:51:07	7	7,89	0,89
4	08:01:07	7	7,06	0,06
5	08:11:07	7	7,65	0,65
6	08:21:07	7	7,58	0,58
7	08:31:07	7	7,53	0,53
8	08:41:07	7	7,45	0,45
9	08:51:07	7	7,31	0,31
10	09:01:07	7	6,54	0,46
11	09:11:07	7	6,26	0,74
12	09:21:07	7	6,57	0,43
13	09:31:07	7	6,20	0,80
14	09:41:07	7	7,02	0,02
15	09:51:07	7	6,57	0,43
16	10:01:07	7	8,41	1,41
17	10:11:07	7	8,28	1,28
18	10:21:07	7	8,34	1,34
19	10:31:07	7	8,71	1,71
20	10:41:07	7	8,71	1,71
21	10:51:07	7	8,81	1,81
22	11:01:07	7	9,13	2,13
23	11:11:07	7	9,08	2,08
24	11:21:07	7	10,07	3,07
25	11:31:07	7	9,49	2,49
26	11:41:07	7	9,87	2,87
27	11:51:07	7	9,32	2,32
28	12:01:07	7	8,15	1,15
29	12:11:07	7	9,83	2,83
30	12:21:07	7	9,28	2,28
31	12:31:07	7	9,66	2,66
32	12:41:07	7	10,00	3,00
33	12:51:07	7	10,23	3,23
34	13:01:07	7	10,25	3,25
35	13:11:21	7	9,59	2,59
36	13:21:21	7	10,26	3,26
37	13:31:21	7	8,73	1,73
38	13:41:21	7	9,60	2,60
39	13:51:21	7	9,89	2,89
40	14:01:21	7	10,04	3,04
41	14:11:21	7	9,07	2,07
42	14:21:21	7	9,40	2,40
43	14:31:21	7	11,12	4,12
44	14:41:21	7	10,00	3,00
45	14:51:21	7	11,29	4,29
46	15:01:21	7	11,61	4,61
47	15:11:21	7	11,71	4,71
48	15:21:21	7	10,96	3,96
49	15:31:21	7	11,20	4,20
50	15:41:21	7	10,98	3,98
51	15:51:21	7	10,09	3,09
52	16:01:21	7	10,44	3,44
53	16:11:21	7	9,77	2,77
54	16:21:21	7	10,80	3,80
55	16:31:21	7	9,35	2,35
56	16:41:21	7	9,35	2,35
57	16:51:21	7	9,52	2,52
58	17:01:21	7	8,61	1,61
Promedio: $Es = \frac{\sum_1^n (Ius - es)}{n}$				2,16

INSTRUMENTO PARA LA EXACTITUD DEL SISTEMA DE NEUTRALIZACIÓN DE PH				
Área:	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)			
Fecha:	11 / Marzo / 2020	Hora de inicio de actividad:	07:31	
Actividad nº:	7	Hora de término de actividad:	17:01	
		Tiempo total de actividad:	9,5 horas (570 minutos)	
Encargado de la actividad:	Roberto			
Descripción de la actividad:	El encargado de la actividad tomará las lecturas de pH visualizadas en el controlador del sistema de neutralización de aguas residuales, también evaluará la exactitud de neutralización durante una jornada laboral.			
Intervalo de tiempo entre mediciones:	10 min		Total de mediciones:	58
Autorizado por:	La empresa en estudio			
Medición	Hora	Señal de referencia	Señal de salida	Margen de error
Nº	hh:mm	us (pH)	es (pH)	us - es (pH)
1	07:31:07	7	8,43	1,43
2	07:41:07	7	8,30	1,30
3	07:51:07	7	8,26	1,26
4	08:01:07	7	8,29	1,29
5	08:11:07	7	8,38	1,38
6	08:21:07	7	7,98	0,98
7	08:31:07	7	7,91	0,91
8	08:41:07	7	7,86	0,86
9	08:51:07	7	8,16	1,16
10	09:01:07	7	7,87	0,87
11	09:11:07	7	7,76	0,76
12	09:21:07	7	8,36	1,36
13	09:31:07	7	8,00	1,00
14	09:41:07	7	8,26	1,26
15	09:51:07	7	8,47	1,47
16	10:01:07	7	8,14	1,14
17	10:11:07	7	8,27	1,27
18	10:21:07	7	8,73	1,73
19	10:31:07	7	8,56	1,56
20	10:41:07	7	7,94	0,94
21	10:51:07	7	8,29	1,29
22	11:01:07	7	8,86	1,86
23	11:11:07	7	8,55	1,55
24	11:21:07	7	8,72	1,72
25	11:31:07	7	8,42	1,42
26	11:41:07	7	8,50	1,50
27	11:51:07	7	8,82	1,82
28	12:01:07	7	8,43	1,43
29	12:11:07	7	8,68	1,68
30	12:21:07	7	8,59	1,59
31	12:31:07	7	8,14	1,14
32	12:41:07	7	8,44	1,44
33	12:51:07	7	8,56	1,56
34	13:01:07	7	8,51	1,51
35	13:11:21	7	8,95	1,95
36	13:21:21	7	10,47	3,47
37	13:31:21	7	9,26	2,26
38	13:41:21	7	10,77	3,77
39	13:51:21	7	10,18	3,18
40	14:01:21	7	8,27	1,27
41	14:11:21	7	10,67	3,67
42	14:21:21	7	9,75	2,75
43	14:31:21	7	9,94	2,94
44	14:41:21	7	10,48	3,48
45	14:51:21	7	9,83	2,83
46	15:01:21	7	10,28	3,28
47	15:11:21	7	10,59	3,59
48	15:21:21	7	11,47	4,47
49	15:31:21	7	10,94	3,94
50	15:41:21	7	11,27	4,27
51	15:51:21	7	11,55	4,55
52	16:01:21	7	10,94	3,94
53	16:11:21	7	10,77	3,77
54	16:21:21	7	11,20	4,20
55	16:31:21	7	10,96	3,96
56	16:41:21	7	10,85	3,85
57	16:51:21	7	10,69	3,69
58	17:01:21	7	9,52	2,52
Promedio: $Es = \frac{\sum_1^n (us - es)}{n}$				2,19

INSTRUMENTO PARA LA EXACTITUD DEL SISTEMA DE NEUTRALIZACIÓN DE PH				
Área:	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)			
Fecha:	12 / Marzo / 2020	Hora de inicio de actividad:	07:31	
Actividad nº:	8	Hora de término de actividad:	17:01	
		Tiempo total de actividad:	9,5 horas (570 minutos)	
Encargado de la actividad:	Roberto			
Descripción de la actividad:	El encargado de la actividad tomará las lecturas de pH visualizadas en el controlador del sistema de neutralización de aguas residuales, también evaluará la exactitud de neutralización durante una jornada laboral.			
Intervalo de tiempo entre mediciones:	10 min		Total de mediciones:	58
Autorizado por:	La empresa en estudio			
Medición	Hora	Señal de referencia	Señal de salida	Margen de error
Nº	hh:mm	us (pH)	es (pH)	us - es (pH)
1	07:31:07	7	7,41	0,41
2	07:41:07	7	7,60	0,60
3	07:51:07	7	7,47	0,47
4	08:01:07	7	7,45	0,45
5	08:11:07	7	7,73	0,73
6	08:21:07	7	7,98	0,98
7	08:31:07	7	7,63	0,63
8	08:41:07	7	8,31	1,31
9	08:51:07	7	8,13	1,13
10	09:01:07	7	7,98	0,98
11	09:11:07	7	8,19	1,19
12	09:21:07	7	8,01	1,01
13	09:31:07	7	8,01	1,01
14	09:41:07	7	7,89	0,89
15	09:51:07	7	7,93	0,93
16	10:01:07	7	8,05	1,05
17	10:11:07	7	8,01	1,01
18	10:21:07	7	8,41	1,41
19	10:31:07	7	8,47	1,47
20	10:41:07	7	8,41	1,41
21	10:51:07	7	9,06	2,06
22	11:01:07	7	8,67	1,67
23	11:11:07	7	9,49	2,49
24	11:21:07	7	9,86	2,86
25	11:31:07	7	8,44	1,44
26	11:41:07	7	9,50	2,50
27	11:51:07	7	8,80	1,80
28	12:01:07	7	8,98	1,98
29	12:11:07	7	8,59	1,59
30	12:21:07	7	8,05	1,05
31	12:31:07	7	8,91	1,91
32	12:41:07	7	8,43	1,43
33	12:51:07	7	8,66	1,66
34	13:01:07	7	8,69	1,69
35	13:11:21	7	8,52	1,52
36	13:21:21	7	9,14	2,14
37	13:31:21	7	9,80	2,80
38	13:41:21	7	9,17	2,17
39	13:51:21	7	10,42	3,42
40	14:01:21	7	9,31	2,31
41	14:11:21	7	9,51	2,51
42	14:21:21	7	10,39	3,39
43	14:31:21	7	9,22	2,22
44	14:41:21	7	10,34	3,34
45	14:51:21	7	9,66	2,66
46	15:01:21	7	9,62	2,62
47	15:11:21	7	9,90	2,90
48	15:21:21	7	10,68	3,68
49	15:31:21	7	9,78	2,78
50	15:41:21	7	10,36	3,36
51	15:51:21	7	10,18	3,18
52	16:01:21	7	8,13	1,13
53	16:11:21	7	9,47	2,47
54	16:21:21	7	8,90	1,90
55	16:31:21	7	8,94	1,94
56	16:41:21	7	8,67	1,67
57	16:51:21	7	8,61	1,61
58	17:01:21	7	8,73	1,73
Promedio: $Es = \frac{\sum_1^n (us - es)}{n}$				1,80

INSTRUMENTO PARA LA EXACTITUD DEL SISTEMA DE NEUTRALIZACIÓN DE PH				
Área:	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)			
Fecha:	13 / Marzo / 2020	Hora de inicio de actividad:	07:31	
Actividad nº:	9	Hora de término de actividad:	17:01	
		Tiempo total de actividad:	9,5 horas (570 minutos)	
Encargado de la actividad:	Roberto			
Descripción de la actividad:	El encargado de la actividad tomará las lecturas de pH visualizadas en el controlador del sistema de neutralización de aguas residuales, también evaluará la exactitud de neutralización durante una jornada laboral.			
Intervalo de tiempo entre mediciones:	10 min		Total de mediciones:	58
Autorizado por:	La empresa en estudio			
Medición	Hora	Señal de referencia	Señal de salida	Margen de error
Nº	hh:mm	us (pH)	es (pH)	us - es (pH)
1	07:31:07	7	8,11	1,11
2	07:41:07	7	8,11	1,11
3	07:51:07	7	8,22	1,22
4	08:01:07	7	8,27	1,27
5	08:11:07	7	8,21	1,21
6	08:21:07	7	8,02	1,02
7	08:31:07	7	8,15	1,15
8	08:41:07	7	8,04	1,04
9	08:51:07	7	7,87	0,87
10	09:01:07	7	7,96	0,96
11	09:11:07	7	7,78	0,78
12	09:21:07	7	7,75	0,75
13	09:31:07	7	7,89	0,89
14	09:41:07	7	7,63	0,63
15	09:51:07	7	8,01	1,01
16	10:01:07	7	7,73	0,73
17	10:11:07	7	8,17	1,17
18	10:21:07	7	8,39	1,39
19	10:31:07	7	8,44	1,44
20	10:41:07	7	8,27	1,27
21	10:51:07	7	8,49	1,49
22	11:01:07	7	8,33	1,33
23	11:11:07	7	8,49	1,49
24	11:21:07	7	8,51	1,51
25	11:31:07	7	8,29	1,29
26	11:41:07	7	8,93	1,93
27	11:51:07	7	8,87	1,87
28	12:01:07	7	8,82	1,82
29	12:11:07	7	8,88	1,88
30	12:21:07	7	8,84	1,84
31	12:31:07	7	8,45	1,45
32	12:41:07	7	8,64	1,64
33	12:51:07	7	8,61	1,61
34	13:01:07	7	8,11	1,11
35	13:11:21	7	8,37	1,37
36	13:21:21	7	8,33	1,33
37	13:31:21	7	8,28	1,28
38	13:41:21	7	8,47	1,47
39	13:51:21	7	8,01	1,01
40	14:01:21	7	8,22	1,22
41	14:11:21	7	8,62	1,62
42	14:21:21	7	7,53	0,53
43	14:31:21	7	8,51	1,51
44	14:41:21	7	8,79	1,79
45	14:51:21	7	8,13	1,13
46	15:01:21	7	8,72	1,72
47	15:11:21	7	8,64	1,64
48	15:21:21	7	9,41	2,41
49	15:31:21	7	9,11	2,11
50	15:41:21	7	7,69	0,69
51	15:51:21	7	8,85	1,85
52	16:01:21	7	9,61	2,61
53	16:11:21	7	9,15	2,15
54	16:21:21	7	9,78	2,78
55	16:31:21	7	10,13	3,13
56	16:41:21	7	9,46	2,46
57	16:51:21	7	10,01	3,01
58	17:01:21	7	9,56	2,56
Promedio: $Es = \frac{\sum_{i=1}^n (us - es)}{n}$				1,49

INSTRUMENTO PARA LA EXACTITUD DEL SISTEMA DE NEUTRALIZACIÓN DE PH				
Área:	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)			
Fecha:	14 / Marzo / 2020	Hora de inicio de actividad:	07:31	
Actividad nº:	10	Hora de término de actividad:	17:01	
		Tiempo total de actividad:	9,5 horas (570 minutos)	
Encargado de la actividad:	Roberto			
Descripción de la actividad:	El encargado de la actividad tomará las lecturas de pH visualizadas en el controlador del sistema de neutralización de aguas residuales, también evaluará la exactitud de neutralización durante una jornada laboral.			
Intervalo de tiempo entre mediciones:	10 min		Total de mediciones:	58
Autorizado por:	La empresa en estudio			
Medición	Hora	Señal de referencia	Señal de salida	Margen de error
Nº	hh:mm	us (pH)	es (pH)	us - es (pH)
1	07:31:07	7	9,24	2,24
2	07:41:07	7	9,14	2,14
3	07:51:07	7	8,49	1,49
4	08:01:07	7	8,41	1,41
5	08:11:07	7	8,75	1,75
6	08:21:07	7	8,68	1,68
7	08:31:07	7	8,76	1,76
8	08:41:07	7	8,75	1,75
9	08:51:07	7	8,93	1,93
10	09:01:07	7	8,85	1,85
11	09:11:07	7	8,53	1,53
12	09:21:07	7	8,78	1,78
13	09:31:07	7	8,90	1,90
14	09:41:07	7	9,17	2,17
15	09:51:07	7	8,95	1,95
16	10:01:07	7	9,10	2,10
17	10:11:07	7	8,98	1,98
18	10:21:07	7	8,30	1,30
19	10:31:07	7	8,69	1,69
20	10:41:07	7	8,65	1,65
21	10:51:07	7	9,07	2,07
22	11:01:07	7	8,86	1,86
23	11:11:07	7	9,32	2,32
24	11:21:07	7	9,36	2,36
25	11:31:07	7	9,24	2,24
26	11:41:07	7	9,44	2,44
27	11:51:07	7	9,27	2,27
28	12:01:07	7	8,98	1,98
29	12:11:07	7	9,06	2,06
30	12:21:07	7	9,02	2,02
31	12:31:07	7	8,97	1,97
32	12:41:07	7	9,13	2,13
33	12:51:07	7	9,46	2,46
34	13:01:07	7	9,70	2,70
35	13:11:21	7	9,76	2,76
36	13:21:21	7	9,71	2,71
37	13:31:21	7	9,51	2,51
38	13:41:21	7	9,52	2,52
39	13:51:21	7	9,68	2,68
40	14:01:21	7	9,38	2,38
41	14:11:21	7	9,28	2,28
42	14:21:21	7	9,22	2,22
43	14:31:21	7	9,28	2,28
44	14:41:21	7	9,48	2,48
45	14:51:21	7	9,37	2,37
46	15:01:21	7	9,27	2,27
47	15:11:21	7	8,51	1,51
48	15:21:21	7	8,44	1,44
49	15:31:21	7	8,65	1,65
50	15:41:21	7	8,69	1,69
51	15:51:21	7	8,77	1,77
52	16:01:21	7	8,73	1,73
53	16:11:21	7	8,78	1,78
54	16:21:21	7	8,63	1,63
55	16:31:21	7	8,67	1,67
56	16:41:21	7	8,92	1,92
57	16:51:21	7	8,67	1,67
58	17:01:21	7	8,95	1,95
Promedio: $Es = \frac{\sum_1^n (us - es)}{n}$				2,01

INSTRUMENTO PARA LA EXACTITUD DEL SISTEMA DE NEUTRALIZACIÓN DE PH				
Área:	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)			
Fecha:	15 / Marzo / 2020	Hora de inicio de actividad:	07:31	
Actividad nº:	11	Hora de término de actividad:	17:01	
		Tiempo total de actividad:	9,5 horas (570 minutos)	
Encargado de la actividad:	Roberto			
Descripción de la actividad:	El encargado de la actividad tomará las lecturas de pH visualizadas en el controlador del sistema de neutralización de aguas residuales, también evaluará la exactitud de neutralización durante una jornada laboral.			
Intervalo de tiempo entre mediciones:	10 min		Total de mediciones:	58
Autorizado por:	La empresa en estudio			
Medición	Hora	Señal de referencia	Señal de salida	Margen de error
Nº	hh:mm	us (pH)	es (pH)	us - es (pH)
1	07:31:07	7	7,68	0,68
2	07:41:07	7	7,86	0,86
3	07:51:07	7	7,98	0,98
4	08:01:07	7	7,91	0,91
5	08:11:07	7	8,39	1,39
6	08:21:07	7	8,48	1,48
7	08:31:07	7	8,42	1,42
8	08:41:07	7	8,77	1,77
9	08:51:07	7	9,04	2,04
10	09:01:07	7	9,46	2,46
11	09:11:07	7	9,41	2,41
12	09:21:07	7	9,16	2,16
13	09:31:07	7	9,16	2,16
14	09:41:07	7	9,73	2,73
15	09:51:07	7	9,79	2,79
16	10:01:07	7	9,85	2,85
17	10:11:07	7	9,94	2,94
18	10:21:07	7	9,82	2,82
19	10:31:07	7	10,18	3,18
20	10:41:07	7	10,28	3,28
21	10:51:07	7	10,54	3,54
22	11:01:07	7	10,74	3,74
23	11:11:07	7	10,45	3,45
24	11:21:07	7	10,38	3,38
25	11:31:07	7	10,42	3,42
26	11:41:07	7	10,10	3,10
27	11:51:07	7	9,80	2,80
28	12:01:07	7	9,28	2,28
29	12:11:07	7	9,18	2,18
30	12:21:07	7	9,12	2,12
31	12:31:07	7	8,89	1,89
32	12:41:07	7	9,00	2,00
33	12:51:07	7	8,93	1,93
34	13:01:07	7	8,61	1,61
35	13:11:21	7	8,82	1,82
36	13:21:21	7	8,88	1,88
37	13:31:21	7	8,85	1,85
38	13:41:21	7	9,00	2,00
39	13:51:21	7	8,75	1,75
40	14:01:21	7	8,54	1,54
41	14:11:21	7	8,52	1,52
42	14:21:21	7	8,58	1,58
43	14:31:21	7	8,66	1,66
44	14:41:21	7	8,87	1,87
45	14:51:21	7	9,13	2,13
46	15:01:21	7	9,16	2,16
47	15:11:21	7	9,16	2,16
48	15:21:21	7	9,28	2,28
49	15:31:21	7	9,29	2,29
50	15:41:21	7	9,24	2,24
51	15:51:21	7	9,37	2,37
52	16:01:21	7	9,60	2,60
53	16:11:21	7	9,48	2,48
54	16:21:21	7	9,53	2,53
55	16:31:21	7	9,55	2,55
56	16:41:21	7	9,43	2,43
57	16:51:21	7	9,41	2,41
58	17:01:21	7	9,30	2,30
Promedio: $Es = \frac{\sum_1^n (us - es)}{n}$				2,23

INSTRUMENTO PARA LA EXACTITUD DEL SISTEMA DE NEUTRALIZACIÓN DE PH				
Área:	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)			
Fecha:	16 / Marzo / 2020	Hora de inicio de actividad:	07:31	
Actividad nº:	12	Hora de término de actividad:	17:01	
		Tiempo total de actividad:	9,5 horas (570 minutos)	
Encargado de la actividad:	Roberto			
Descripción de la actividad:	El encargado de la actividad tomará las lecturas de pH visualizadas en el controlador del sistema de neutralización de aguas residuales, también evaluará la exactitud de neutralización durante una jornada laboral.			
Intervalo de tiempo entre mediciones:	10 min		Total de mediciones:	58
Autorizado por:	La empresa en estudio			
Medición	Hora	Señal de referencia	Señal de salida	Margen de error
Nº	hh:mm	us (pH)	es (pH)	us - es (pH)
1	07:31:07	7	7,61	0,61
2	07:41:07	7	7,19	0,19
3	07:51:07	7	7,65	0,65
4	08:01:07	7	7,05	0,05
5	08:11:07	7	7,24	0,24
6	08:21:07	7	7,69	0,69
7	08:31:07	7	7,78	0,78
8	08:41:07	7	7,87	0,87
9	08:51:07	7	7,75	0,75
10	09:01:07	7	7,97	0,97
11	09:11:07	7	8,26	1,26
12	09:21:07	7	8,32	1,32
13	09:31:07	7	8,12	1,12
14	09:41:07	7	7,91	0,91
15	09:51:07	7	8,18	1,18
16	10:01:07	7	8,34	1,34
17	10:11:07	7	8,42	1,42
18	10:21:07	7	8,36	1,36
19	10:31:07	7	8,70	1,70
20	10:41:07	7	8,67	1,67
21	10:51:07	7	8,77	1,77
22	11:01:07	7	8,80	1,80
23	11:11:07	7	8,43	1,43
24	11:21:07	7	8,54	1,54
25	11:31:07	7	8,56	1,56
26	11:41:07	7	8,66	1,66
27	11:51:07	7	8,47	1,47
28	12:01:07	7	8,10	1,10
29	12:11:07	7	8,42	1,42
30	12:21:07	7	7,97	0,97
31	12:31:07	7	8,16	1,16
32	12:41:07	7	8,25	1,25
33	12:51:07	7	8,39	1,39
34	13:01:07	7	8,49	1,49
35	13:11:21	7	8,66	1,66
36	13:21:21	7	8,49	1,49
37	13:31:21	7	8,76	1,76
38	13:41:21	7	8,69	1,69
39	13:51:21	7	8,61	1,61
40	14:01:21	7	8,75	1,75
41	14:11:21	7	8,77	1,77
42	14:21:21	7	8,82	1,82
43	14:31:21	7	8,91	1,91
44	14:41:21	7	8,86	1,86
45	14:51:21	7	8,76	1,76
46	15:01:21	7	8,86	1,86
47	15:11:21	7	8,85	1,85
48	15:21:21	7	8,73	1,73
49	15:31:21	7	8,77	1,77
50	15:41:21	7	8,93	1,93
51	15:51:21	7	8,81	1,81
52	16:01:21	7	8,75	1,75
53	16:11:21	7	8,77	1,77
54	16:21:21	7	8,80	1,80
55	16:31:21	7	8,73	1,73
56	16:41:21	7	8,80	1,80
57	16:51:21	7	7,95	0,95
58	17:01:21	7	8,14	1,14
Promedio: $Es = \frac{\sum_1^n (us - es)}{n}$				1,38

INSTRUMENTO PARA LA EXACTITUD DEL SISTEMA DE NEUTRALIZACIÓN DE PH				
Área:	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)			
Fecha:	17 / Marzo / 2020	Hora de inicio de actividad:	07:31	
Actividad nº:	13	Hora de término de actividad:	17:01	
		Tiempo total de actividad:	9,5 horas (570 minutos)	
Encargado de la actividad:	Roberto			
Descripción de la actividad:	El encargado de la actividad tomará las lecturas de pH visualizadas en el controlador del sistema de neutralización de aguas residuales, también evaluará la exactitud de neutralización durante una jornada laboral.			
Intervalo de tiempo entre mediciones:	10 min		Total de mediciones:	58
Autorizado por:	La empresa en estudio			
Medición	Hora	Señal de referencia	Señal de salida	Margen de error
Nº	hh:mm	us (pH)	es (pH)	us - es (pH)
1	07:31:07	7	7,23	0,23
2	07:41:07	7	7,39	0,39
3	07:51:07	7	7,71	0,71
4	08:01:07	7	8,14	1,14
5	08:11:07	7	8,05	1,05
6	08:21:07	7	8,12	1,12
7	08:31:07	7	8,23	1,23
8	08:41:07	7	8,13	1,13
9	08:51:07	7	7,93	0,93
10	09:01:07	7	6,97	0,03
11	09:11:07	7	6,17	0,83
12	09:21:07	7	5,31	1,69
13	09:31:07	7	5,10	1,90
14	09:41:07	7	5,15	1,85
15	09:51:07	7	7,68	0,68
16	10:01:07	7	7,48	0,48
17	10:11:07	7	8,20	1,20
18	10:21:07	7	8,12	1,12
19	10:31:07	7	8,01	1,01
20	10:41:07	7	7,55	0,55
21	10:51:07	7	9,05	2,05
22	11:01:07	7	9,56	2,56
23	11:11:07	7	9,55	2,55
24	11:21:07	7	9,52	2,52
25	11:31:07	7	9,78	2,78
26	11:41:07	7	9,94	2,94
27	11:51:07	7	9,82	2,82
28	12:01:07	7	10,10	3,10
29	12:11:07	7	9,95	2,95
30	12:21:07	7	10,06	3,06
31	12:31:07	7	9,89	2,89
32	12:41:07	7	10,18	3,18
33	12:51:07	7	10,10	3,10
34	13:01:07	7	10,07	3,07
35	13:11:21	7	10,75	3,75
36	13:21:21	7	10,29	3,29
37	13:31:21	7	10,94	3,94
38	13:41:21	7	11,17	4,17
39	13:51:21	7	11,08	4,08
40	14:01:21	7	10,83	3,83
41	14:11:21	7	11,43	4,43
42	14:21:21	7	11,15	4,15
43	14:31:21	7	10,99	3,99
44	14:41:21	7	10,81	3,81
45	14:51:21	7	9,45	2,45
46	15:01:21	7	10,52	3,52
47	15:11:21	7	10,41	3,41
48	15:21:21	7	10,44	3,44
49	15:31:21	7	10,35	3,35
50	15:41:21	7	10,68	3,68
51	15:51:21	7	10,54	3,54
52	16:01:21	7	10,58	3,58
53	16:11:21	7	10,50	3,50
54	16:21:21	7	10,50	3,50
55	16:31:21	7	10,03	3,03
56	16:41:21	7	9,07	2,07
57	16:51:21	7	9,33	2,33
58	17:01:21	7	9,71	2,71
Promedio: $Es = \frac{\sum_1^n (us - es)}{n}$				2,46

INSTRUMENTO PARA LA EXACTITUD DEL SISTEMA DE NEUTRALIZACIÓN DE PH				
Área:	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)			
Fecha:	18 / Marzo / 2020	Hora de inicio de actividad:	07:31	
Actividad nº:	14	Hora de término de actividad:	17:01	
		Tiempo total de actividad:	9,5 horas (570 minutos)	
Encargado de la actividad:	Roberto			
Descripción de la actividad:	El encargado de la actividad tomará las lecturas de pH visualizadas en el controlador del sistema de neutralización de aguas residuales, también evaluará la exactitud de neutralización durante una jornada laboral.			
Intervalo de tiempo entre mediciones:	10 min		Total de mediciones:	58
Autorizado por:	La empresa en estudio			
Medición	Hora	Señal de referencia	Señal de salida	Margen de error
Nº	hh:mm	us (pH)	es (pH)	us - es (pH)
1	07:31:07	7	4,37	2,63
2	07:41:07	7	4,48	2,52
3	07:51:07	7	4,83	2,17
4	08:01:07	7	6,69	0,31
5	08:11:07	7	7,86	0,86
6	08:21:07	7	7,86	0,86
7	08:31:07	7	8,33	1,33
8	08:41:07	7	8,15	1,15
9	08:51:07	7	8,43	1,43
10	09:01:07	7	8,29	1,29
11	09:11:07	7	7,99	0,99
12	09:21:07	7	8,23	1,23
13	09:31:07	7	8,45	1,45
14	09:41:07	7	8,24	1,24
15	09:51:07	7	8,98	1,98
16	10:01:07	7	8,58	1,58
17	10:11:07	7	8,82	1,82
18	10:21:07	7	9,68	2,68
19	10:31:07	7	9,89	2,89
20	10:41:07	7	9,94	2,94
21	10:51:07	7	9,60	2,60
22	11:01:07	7	10,00	3,00
23	11:11:07	7	9,40	2,40
24	11:21:07	7	9,11	2,11
25	11:31:07	7	9,59	2,59
26	11:41:07	7	9,20	2,20
27	11:51:07	7	10,00	3,00
28	12:01:07	7	9,61	2,61
29	12:11:07	7	9,14	2,14
30	12:21:07	7	10,38	3,38
31	12:31:07	7	9,65	2,65
32	12:41:07	7	10,39	3,39
33	12:51:07	7	10,13	3,13
34	13:01:07	7	9,80	2,80
35	13:11:21	7	9,75	2,75
36	13:21:21	7	10,24	3,24
37	13:31:21	7	9,50	2,50
38	13:41:21	7	10,04	3,04
39	13:51:21	7	10,23	3,23
40	14:01:21	7	9,51	2,51
41	14:11:21	7	9,94	2,94
42	14:21:21	7	10,03	3,03
43	14:31:21	7	10,77	3,77
44	14:41:21	7	10,85	3,85
45	14:51:21	7	11,50	4,50
46	15:01:21	7	11,54	4,54
47	15:11:21	7	11,69	4,69
48	15:21:21	7	11,36	4,36
49	15:31:21	7	11,33	4,33
50	15:41:21	7	11,02	4,02
51	15:51:21	7	11,10	4,10
52	16:01:21	7	10,94	3,94
53	16:11:21	7	11,24	4,24
54	16:21:21	7	11,10	4,10
55	16:31:21	7	10,94	3,94
56	16:41:21	7	10,69	3,69
57	16:51:21	7	10,70	3,70
58	17:01:21	7	10,74	3,74
Promedio: $Es = \frac{\sum_{i=1}^n (lus - es)}{n}$				2,76

INSTRUMENTO PARA LA EXACTITUD DEL SISTEMA DE NEUTRALIZACIÓN DE PH				
Área:	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)			
Fecha:	19 / Marzo / 2020	Hora de inicio de actividad:	07:31	
Actividad nº:	15	Hora de término de actividad:	17:01	
Encargado de la actividad:		Roberto		
Descripción de la actividad:	El encargado de la actividad tomará las lecturas de pH visualizadas en el controlador del sistema de neutralización de aguas residuales, también evaluará la exactitud de neutralización durante una jornada laboral.			
Intervalo de tiempo entre mediciones:		10 min	Total de mediciones:	58
Autorizado por:		La empresa en estudio		
Medición	Hora	Señal de referencia	Señal de salida	Margen de error
Nº	hh:mm	us (pH)	es (pH)	us - es (pH)
1	07:31:07	7	8,57	1,57
2	07:41:07	7	8,13	1,13
3	07:51:07	7	8,32	1,32
4	08:01:07	7	7,99	0,99
5	08:11:07	7	7,88	0,88
6	08:21:07	7	7,90	0,90
7	08:31:07	7	7,54	0,54
8	08:41:07	7	7,59	0,59
9	08:51:07	7	7,51	0,51
10	09:01:07	7	7,34	0,34
11	09:11:07	7	7,22	0,22
12	09:21:07	7	7,29	0,29
13	09:31:07	7	6,92	0,08
14	09:41:07	7	7,05	0,05
15	09:51:07	7	7,18	0,18
16	10:01:07	7	6,62	0,38
17	10:11:07	7	6,64	0,36
18	10:21:07	7	6,67	0,33
19	10:31:07	7	6,15	0,85
20	10:41:07	7	6,50	0,50
21	10:51:07	7	6,53	0,47
22	11:01:07	7	6,54	0,46
23	11:11:07	7	7,70	0,70
24	11:21:07	7	7,71	0,71
25	11:31:07	7	9,46	2,46
26	11:41:07	7	9,36	2,36
27	11:51:07	7	9,96	2,96
28	12:01:07	7	10,15	3,15
29	12:11:07	7	9,68	2,68
30	12:21:07	7	10,35	3,35
31	12:31:07	7	10,20	3,20
32	12:41:07	7	10,24	3,24
33	12:51:07	7	10,91	3,91
34	13:01:07	7	10,64	3,64
35	13:11:21	7	10,24	3,24
36	13:21:21	7	10,89	3,89
37	13:31:21	7	10,01	3,01
38	13:41:21	7	10,06	3,06
39	13:51:21	7	10,63	3,63
40	14:01:21	7	10,12	3,12
41	14:11:21	7	10,74	3,74
42	14:21:21	7	10,49	3,49
43	14:31:21	7	9,98	2,98
44	14:41:21	7	10,05	3,05
45	14:51:21	7	10,41	3,41
46	15:01:21	7	9,90	2,90
47	15:11:21	7	10,49	3,49
48	15:21:21	7	10,10	3,10
49	15:31:21	7	11,04	4,04
50	15:41:21	7	10,90	3,90
51	15:51:21	7	10,85	3,85
52	16:01:21	7	10,45	3,45
53	16:11:21	7	10,43	3,43
54	16:21:21	7	10,34	3,34
55	16:31:21	7	10,43	3,43
56	16:41:21	7	10,45	3,45
57	16:51:21	7	10,50	3,50
58	17:01:21	7	10,54	3,54
Promedio: Es = $\frac{\sum_{i=1}^n (us - es)}{n}$				2,20

Anexo 11: Resultados del instrumento para eficacia del sistema del 5 al 19 de Marzo de 2020

INSTRUMENTO PARA LA EFICACIA DEL SISTEMA DE NEUTRALIZACIÓN DE PH						
Área:	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)					
Fecha:	05 / Marzo / 2020	Hora de inicio de actividad:	07:31			
		Hora de término de actividad:	17:01			
		Tiempo total disponible:		9,5 horas (570 minutos)		
Actividad nº:	1	Rango objetivo de pH:	mínimo:	6	máximo:	8
Encargado de la actividad:	Roberto					
Descripción de la actividad:	El encargado de la actividad recopilará las lecturas de pH dadas por el controlador, estas lecturas se validarán si están o no en el rango de pH establecido por la empresa.					
Intervalo de tiempo entre mediciones:	10 minutos			Total de mediciones (Tm):	58	
Autorizado por:	La empresa en estudio					
Medición Nº	Hora hh:mm	Lectura de PH			¿La Lectura se encuentra en el rango de 6 a 8? SI/NO	
1	07:31:07	5,98			No	
2	07:41:07	7,52			Sí	
3	07:51:07	7,70			Sí	
4	08:01:07	7,90			Sí	
5	08:11:07	6,11			Sí	
6	08:21:07	6,40			Sí	
7	08:31:07	8,88			No	
8	08:41:07	8,22			No	
9	08:51:07	8,87			No	
10	09:01:07	9,03			No	
11	09:11:07	4,62			No	
12	09:21:07	4,52			No	
13	09:31:07	4,66			No	
14	09:41:07	4,69			No	
15	09:51:07	4,66			No	
16	10:01:07	4,67			No	
17	10:11:07	4,64			No	
18	10:21:07	4,70			No	
19	10:31:07	4,71			No	
20	10:41:07	6,52			Sí	
21	10:51:07	6,43			Sí	
22	11:01:07	6,43			Sí	
23	11:11:07	6,36			Sí	
24	11:21:07	6,43			Sí	
25	11:31:07	6,48			Sí	
26	11:41:07	6,52			Sí	
27	11:51:07	6,53			Sí	
28	12:01:07	6,49			Sí	
29	12:11:07	6,52			Sí	
30	12:21:07	6,49			Sí	
31	12:31:07	6,48			Sí	
32	12:41:07	6,51			Sí	
33	12:51:07	6,51			Sí	
34	13:01:07	6,53			Sí	
35	13:11:21	6,53			Sí	
36	13:21:21	6,54			Sí	
37	13:31:21	6,57			Sí	
38	13:41:21	6,50			Sí	
39	13:51:21	6,39			Sí	
40	14:01:21	6,34			Sí	
41	14:11:21	6,41			Sí	
42	14:21:21	6,42			Sí	
43	14:31:21	6,44			Sí	
44	14:41:21	6,36			Sí	
45	14:51:21	6,42			Sí	
46	15:01:21	6,45			Sí	
47	15:11:21	6,04			Sí	
48	15:21:21	5,99			No	
49	15:31:21	6,08			Sí	
50	15:41:21	6,23			Sí	
51	15:51:21	6,34			Sí	
52	16:01:21	6,39			Sí	
53	16:11:21	6,43			Sí	
54	16:21:21	6,45			Sí	
55	16:31:21	6,31			Sí	
56	16:41:21	6,36			Sí	
57	16:51:21	6,42			Sí	
58	17:01:21	6,45			Sí	
Nota:	Las lecturas de pH extraídas son previamente analizadas por el controlador, con el algoritmo integrado en su memoria capaz de obtener el valor de pH resultante en el transcurso de cada 10 minutos; por tanto, si la lectura de pH está en el rango de 6 a 8, se considera que todo el intervalo de tiempo haya estado en el rango permitido					
Total de resultados dentro del rango (Ten):					43	
Índice de eficacia: $Efi = \frac{Ten}{Tm}$					0,74	

INSTRUMENTO PARA LA EFICACIA DEL SISTEMA DE NEUTRALIZACIÓN DE PH						
Área:	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)					
Fecha:	06 / Marzo / 2020	Hora de inicio de actividad:		07:31		
		Hora de término de actividad:		17:01		
		Tiempo total disponible:		9,5 horas (570 minutos)		
Actividad n°:	2	Rango objetivo de pH:	mínimo:	6	máximo:	8
Encargado de la actividad:	Roberto					
Descripción de la actividad:	El encargado de la actividad recopilará las lecturas de pH dadas por el controlador, estas lecturas se validarán si están o no en el rango de pH establecido por la empresa.					
Intervalo de tiempo entre mediciones:	10 minutos		Total de mediciones (Tm):		58	
Autorizado por:	La empresa en estudio					
Medición N°	Hora hh:mm	Lectura de PH		¿La Lectura se encuentra en el rango de 6 a 8? SI/NO		
1	07:31:07	6,52		Sí		
2	07:41:07	6,17		Sí		
3	07:51:07	5,97		No		
4	08:01:07	6,20		Sí		
5	08:11:07	6,13		Sí		
6	08:21:07	5,97		No		
7	08:31:07	6,18		Sí		
8	08:41:07	6,29		Sí		
9	08:51:07	6,38		Sí		
10	09:01:07	6,41		Sí		
11	09:11:07	6,44		Sí		
12	09:21:07	6,46		Sí		
13	09:31:07	6,48		Sí		
14	09:41:07	6,49		Sí		
15	09:51:07	6,35		Sí		
16	10:01:07	6,34		Sí		
17	10:11:07	6,43		Sí		
18	10:21:07	6,49		Sí		
19	10:31:07	6,36		Sí		
20	10:41:07	4,80		No		
21	10:51:07	4,72		No		
22	11:01:07	4,80		No		
23	11:11:07	4,90		No		
24	11:21:07	4,72		No		
25	11:31:07	4,80		No		
26	11:41:07	5,50		No		
27	11:51:07	6,00		Sí		
28	12:01:07	6,61		Sí		
29	12:11:07	6,31		Sí		
30	12:21:07	6,15		Sí		
31	12:31:07	6,30		Sí		
32	12:41:07	6,41		Sí		
33	12:51:07	6,48		Sí		
34	13:01:07	6,52		Sí		
35	13:11:21	6,55		Sí		
36	13:21:21	6,57		Sí		
37	13:31:21	6,38		Sí		
38	13:41:21	6,37		Sí		
39	13:51:21	6,47		Sí		
40	14:01:21	6,53		Sí		
41	14:11:21	6,57		Sí		
42	14:21:21	6,59		Sí		
43	14:31:21	5,78		No		
44	14:41:21	5,75		No		
45	14:51:21	5,72		No		
46	15:01:21	6,00		Sí		
47	15:11:21	6,10		Sí		
48	15:21:21	6,67		Sí		
49	15:31:21	6,68		Sí		
50	15:41:21	6,75		Sí		
51	15:51:21	6,76		Sí		
52	16:01:21	6,78		Sí		
53	16:11:21	6,83		Sí		
54	16:21:21	6,36		Sí		
55	16:31:21	6,53		Sí		
56	16:41:21	6,72		Sí		
57	16:51:21	6,81		Sí		
58	17:01:21	6,78		Sí		
Nota:	Las lecturas de pH extraídas son previamente analizadas por el controlador, con el algoritmo integrado en su memoria capaz de obtener el valor de pH resultante en el transcurso de cada 10 minutos; por tanto, si la lectura de pH está en el rango de 6 a 8, se considera que todo el intervalo de tiempo haya estado en el rango permitido					
Total de resultados dentro del rango (Ten):				46		
Índice de eficacia: $Efi = \frac{Ten}{Tm}$				0,79		

INSTRUMENTO PARA LA EFICACIA DEL SISTEMA DE NEUTRALIZACIÓN DE PH						
Área:	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)					
Fecha:	07 / Marzo / 2020	Hora de inicio de actividad:		07:31		
		Hora de término de actividad:		17:01		
		Tiempo total disponible:		9,5 horas (570 minutos)		
Actividad n°:	3	Rango objetivo de	mínimo:	6	máximo:	8
Encargado de la actividad:	Roberto					
Descripción de la actividad:	El encargado de la actividad recopilará las lecturas de pH dadas por el controlador, estas lecturas se validarán si están o no en el rango de pH establecido por la empresa.					
Intervalo de tiempo entre mediciones:	10 minutos			Total de mediciones (Tm):	58	
Autorizado por:	La empresa en estudio					
Medición N°	Hora hh:mm	Lectura de PH			¿La Lectura se encuentra en el rango de 6 a 8? SI/NO	
1	07:31:07	8,22			No	
2	07:41:07	8,24			No	
3	07:51:07	8,23			No	
4	08:01:07	8,13			No	
5	08:11:07	8,15			No	
6	08:21:07	8,13			No	
7	08:31:07	8,21			No	
8	08:41:07	8,08			No	
9	08:51:07	8,70			No	
10	09:01:07	8,55			No	
11	09:11:07	8,59			No	
12	09:21:07	8,66			No	
13	09:31:07	8,56			No	
14	09:41:07	8,48			No	
15	09:51:07	8,57			No	
16	10:01:07	8,41			No	
17	10:11:07	8,28			No	
18	10:21:07	8,44			No	
19	10:31:07	6,80			Sí	
20	10:41:07	4,80			No	
21	10:51:07	4,78			No	
22	11:01:07	4,60			No	
23	11:11:07	4,60			No	
24	11:21:07	4,70			No	
25	11:31:07	4,80			No	
26	11:41:07	4,80			No	
27	11:51:07	4,80			No	
28	12:01:07	8,06			No	
29	12:11:07	8,11			No	
30	12:21:07	8,34			No	
31	12:31:07	8,28			No	
32	12:41:07	8,25			No	
33	12:51:07	8,30			No	
34	13:01:07	8,12			No	
35	13:11:21	8,49			No	
36	13:21:21	8,47			No	
37	13:31:21	8,29			No	
38	13:41:21	8,34			No	
39	13:51:21	8,56			No	
40	14:01:21	8,48			No	
41	14:11:21	8,43			No	
42	14:21:21	8,65			No	
43	14:31:21	8,45			No	
44	14:41:21	8,44			No	
45	14:51:21	8,65			No	
46	15:01:21	8,51			No	
47	15:11:21	8,54			No	
48	15:21:21	8,50			No	
49	15:31:21	8,35			No	
50	15:41:21	8,24			No	
51	15:51:21	8,29			No	
52	16:01:21	8,31			No	
53	16:11:21	8,16			No	
54	16:21:21	8,15			No	
55	16:31:21	8,11			No	
56	16:41:21	8,06			No	
57	16:51:21	7,84			Sí	
58	17:01:21	7,88			Sí	
Nota:	Las lecturas de pH extraídas son previamente analizadas por el controlador, con el algoritmo integrado en su memoria capaz de obtener el valor de pH resultante en el transcurso de cada 10 minutos; por tanto, si la lectura de pH está en el rango de 6 a 8, se considera que todo el intervalo de tiempo haya estado en el rango permitido					
Total de resultados dentro del rango (Ten):					3	
Índice de eficacia: $Efi = \frac{Ten}{Tm}$					0,05	

INSTRUMENTO PARA LA EFICACIA DEL SISTEMA DE NEUTRALIZACIÓN DE PH						
Área:	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)					
Fecha:	08 / Marzo / 2020	Hora de inicio de actividad:		07:31		
		Hora de término de actividad:		17:01		
		Tiempo total disponible:		9,5 horas (570 minutos)		
Actividad n°:	4	Rango objetivo de	mínimo:	6	máximo:	8
Encargado de la actividad:	Roberto					
Descripción de la actividad:	El encargado de la actividad recopilará las lecturas de pH dadas por el controlador, estas lecturas se validarán si están o no en el rango de pH establecido por la empresa.					
Intervalo de tiempo entre mediciones:	10 minutos		Total de mediciones (Tm):	58		
Autorizado por:	La empresa en estudio					
Medición N°	Hora hh:mm	Lectura de PH			¿La Lectura se encuentra en el rango de 6 a 8? SI/NO	
1	07:31:07	7,66			Sí	
2	07:41:07	7,77			Sí	
3	07:51:07	7,78			Sí	
4	08:01:07	7,82			Sí	
5	08:11:07	7,84			Sí	
6	08:21:07	7,80			Sí	
7	08:31:07	7,78			Sí	
8	08:41:07	7,78			Sí	
9	08:51:07	7,80			Sí	
10	09:01:07	7,83			Sí	
11	09:11:07	7,93			Sí	
12	09:21:07	8,01			No	
13	09:31:07	8,04			No	
14	09:41:07	9,28			No	
15	09:51:07	9,21			No	
16	10:01:07	9,07			No	
17	10:11:07	8,97			No	
18	10:21:07	9,53			No	
19	10:31:07	9,66			No	
20	10:41:07	9,66			No	
21	10:51:07	9,95			No	
22	11:01:07	10,05			No	
23	11:11:07	10,27			No	
24	11:21:07	10,19			No	
25	11:31:07	10,29			No	
26	11:41:07	10,21			No	
27	11:51:07	10,23			No	
28	12:01:07	10,07			No	
29	12:11:07	10,44			No	
30	12:21:07	10,36			No	
31	12:31:07	10,10			No	
32	12:41:07	10,61			No	
33	12:51:07	10,53			No	
34	13:01:07	10,46			No	
35	13:11:21	10,36			No	
36	13:21:21	9,23			No	
37	13:31:21	9,88			No	
38	13:41:21	9,62			No	
39	13:51:21	9,56			No	
40	14:01:21	9,51			No	
41	14:11:21	9,44			No	
42	14:21:21	9,32			No	
43	14:31:21	9,60			No	
44	14:41:21	9,65			No	
45	14:51:21	9,66			No	
46	15:01:21	9,46			No	
47	15:11:21	9,57			No	
48	15:21:21	10,31			No	
49	15:31:21	10,40			No	
50	15:41:21	10,34			No	
51	15:51:21	10,95			No	
52	16:01:21	10,83			No	
53	16:11:21	10,66			No	
54	16:21:21	11,61			No	
55	16:31:21	11,75			No	
56	16:41:21	11,57			No	
57	16:51:21	11,86			No	
58	17:01:21	11,72			No	
Nota:	Las lecturas de pH extraídas son previamente analizadas por el controlador, con el algoritmo integrado en su memoria capaz de obtener el valor de pH resultante en el transcurso de cada 10 minutos; por tanto, si la lectura de pH está en el rango de 6 a 8, se considera que todo el intervalo de tiempo haya estado en el rango permitido					
Total de resultados dentro del rango (Ten):					11	
Índice de eficacia: $Efi = \frac{Ten}{Tm}$					0,19	

INSTRUMENTO PARA LA EFICACIA DEL SISTEMA DE NEUTRALIZACIÓN DE PH						
Área:	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)					
Fecha:	09 / Marzo / 2020	Hora de inicio de actividad:		07:31		
		Hora de término de actividad:		17:01		
		Tiempo total disponible:		9,5 horas (570 minutos)		
Actividad n°:	5	Rango objetivo de pH:	mínimo:	6	máximo:	8
Encargado de la actividad:	Roberto					
Descripción de la actividad:	El encargado de la actividad recopilará las lecturas de pH dadas por el controlador, estas lecturas se validarán si están o no en el rango de pH establecido por la empresa.					
Intervalo de tiempo entre mediciones:	10 minutos			Total de mediciones (Tm):	58	
Autorizado por:	La empresa en estudio					
Medición N°	Hora hh:mm	Lectura de PH			¿La Lectura se encuentra en el rango de 6 a 8? SI/NO	
1	07:31:07	7,18			Sí	
2	07:41:07	7,74			Sí	
3	07:51:07	7,10			Sí	
4	08:01:07	7,54			Sí	
5	08:11:07	7,41			Sí	
6	08:21:07	7,60			Sí	
7	08:31:07	6,82			Sí	
8	08:41:07	5,64			No	
9	08:51:07	6,60			Sí	
10	09:01:07	6,70			Sí	
11	09:11:07	7,28			Sí	
12	09:21:07	7,77			Sí	
13	09:31:07	9,91			No	
14	09:41:07	9,61			No	
15	09:51:07	9,59			No	
16	10:01:07	9,51			No	
17	10:11:07	9,34			No	
18	10:21:07	7,65			Sí	
19	10:31:07	9,16			No	
20	10:41:07	8,99			No	
21	10:51:07	8,69			No	
22	11:01:07	9,10			No	
23	11:11:07	9,65			No	
24	11:21:07	10,34			No	
25	11:31:07	10,10			No	
26	11:41:07	9,79			No	
27	11:51:07	9,99			No	
28	12:01:07	8,52			No	
29	12:11:07	9,79			No	
30	12:21:07	9,83			No	
31	12:31:07	9,83			No	
32	12:41:07	9,57			No	
33	12:51:07	9,14			No	
34	13:01:07	9,16			No	
35	13:11:21	9,46			No	
36	13:21:21	9,35			No	
37	13:31:21	8,24			No	
38	13:41:21	9,16			No	
39	13:51:21	9,19			No	
40	14:01:21	8,66			No	
41	14:11:21	11,19			No	
42	14:21:21	9,99			No	
43	14:31:21	9,99			No	
44	14:41:21	10,46			No	
45	14:51:21	11,29			No	
46	15:01:21	10,76			No	
47	15:11:21	9,90			No	
48	15:21:21	10,30			No	
49	15:31:21	10,20			No	
50	15:41:21	10,93			No	
51	15:51:21	11,34			No	
52	16:01:21	10,31			No	
53	16:11:21	11,18			No	
54	16:21:21	8,87			No	
55	16:31:21	10,08			No	
56	16:41:21	10,82			No	
57	16:51:21	10,82			No	
58	17:01:21	7,29			Sí	
Nota:	Las lecturas de pH extraídas son previamente analizadas por el controlador, con el algoritmo integrado en su memoria capaz de obtener el valor de pH resultante en el transcurso de cada 10 minutos; por tanto, si la lectura de pH está en el rango de 6 a 8, se considera que todo el intervalo de tiempo haya estado en el rango permitido					
Total de resultados dentro del rango (Ten):					13	
Índice de eficacia: $Efi = \frac{Ten}{Tm}$					0,22	

INSTRUMENTO PARA LA EFICACIA DEL SISTEMA DE NEUTRALIZACIÓN DE PH						
Área:	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)					
Fecha:	10 / Marzo / 2020	Hora de inicio de actividad:		07:31		
		Hora de término de actividad:		17:01		
		Tiempo total disponible:		9,5 horas (570 minutos)		
Actividad nº:	6	Rango objetivo de	mínimo:	6	máximo:	8
Encargado de la actividad:		Roberto				
Descripción de la actividad:	El encargado de la actividad recopilará las lecturas de pH dadas por el controlador, estas lecturas se validarán si están o no en el rango de pH establecido por la empresa.					
Intervalo de tiempo entre mediciones:		10 minutos		Total de mediciones (Tm):		58
Autorizado por:		La empresa en estudio				
Medición	Hora	Lectura de PH		¿La Lectura se encuentra en el rango de 6 a 8? SI/NO		
Nº	hh:mm					
1	07:31:07	7,03		Sí		
2	07:41:07	8,03		No		
3	07:51:07	7,89		Sí		
4	08:01:07	7,06		Sí		
5	08:11:07	7,65		Sí		
6	08:21:07	7,58		Sí		
7	08:31:07	7,53		Sí		
8	08:41:07	7,45		Sí		
9	08:51:07	7,31		Sí		
10	09:01:07	6,54		Sí		
11	09:11:07	6,26		Sí		
12	09:21:07	6,57		Sí		
13	09:31:07	6,20		Sí		
14	09:41:07	7,02		Sí		
15	09:51:07	6,57		Sí		
16	10:01:07	8,41		No		
17	10:11:07	8,28		No		
18	10:21:07	8,34		No		
19	10:31:07	8,71		No		
20	10:41:07	8,71		No		
21	10:51:07	8,81		No		
22	11:01:07	9,13		No		
23	11:11:07	9,08		No		
24	11:21:07	10,07		No		
25	11:31:07	9,49		No		
26	11:41:07	9,87		No		
27	11:51:07	9,32		No		
28	12:01:07	8,15		No		
29	12:11:07	9,83		No		
30	12:21:07	9,28		No		
31	12:31:07	9,66		No		
32	12:41:07	10,00		No		
33	12:51:07	10,23		No		
34	13:01:07	10,25		No		
35	13:11:21	9,59		No		
36	13:21:21	10,26		No		
37	13:31:21	8,73		No		
38	13:41:21	9,60		No		
39	13:51:21	9,89		No		
40	14:01:21	10,04		No		
41	14:11:21	9,07		No		
42	14:21:21	9,40		No		
43	14:31:21	11,12		No		
44	14:41:21	10,00		No		
45	14:51:21	11,29		No		
46	15:01:21	11,61		No		
47	15:11:21	11,71		No		
48	15:21:21	10,96		No		
49	15:31:21	11,20		No		
50	15:41:21	10,98		No		
51	15:51:21	10,09		No		
52	16:01:21	10,44		No		
53	16:11:21	9,77		No		
54	16:21:21	10,80		No		
55	16:31:21	9,35		No		
56	16:41:21	9,35		No		
57	16:51:21	9,52		No		
58	17:01:21	8,61		No		
Nota:	Las lecturas de pH extraídas son previamente analizadas por el controlador, con el algoritmo integrado en su memoria capaz de obtener el valor de pH resultante en el transcurso de cada 10 minutos; por tanto, si la lectura de pH está en el rango de 6 a 8, se considera que todo el intervalo de tiempo haya estado en el rango permitido					
Total de resultados dentro del rango (Ten):				14		
Índice de eficacia: $Efi = \frac{T_{en}}{T_m}$				0,24		

INSTRUMENTO PARA LA EFICACIA DEL SISTEMA DE NEUTRALIZACIÓN DE PH						
Área:	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)					
Fecha:	11 / Marzo / 2020	Hora de inicio de actividad:		07:31		
		Hora de término de actividad:		17:01		
		Tiempo total disponible:		9,5 horas (570 minutos)		
Actividad nº:	7	Rango objetivo de pH:	mínimo:	6	máximo:	8
Encargado de la actividad:		Roberto				
Descripción de la actividad:	El encargado de la actividad recopilará las lecturas de pH dadas por el controlador, estas lecturas se validarán si están o no en el rango de pH establecido por la empresa.					
Intervalo de tiempo entre mediciones:		10 minutos		Total de mediciones (Tm):		58
Autorizado por:		La empresa en estudio				
Medición	Hora	Lectura de PH		¿La Lectura se encuentra en el rango de 6 a 8? SI/NO		
Nº	hh:mm					
1	07:31:07	8,43		No		
2	07:41:07	8,30		No		
3	07:51:07	8,26		No		
4	08:01:07	8,29		No		
5	08:11:07	8,38		No		
6	08:21:07	7,98		Sí		
7	08:31:07	7,91		Sí		
8	08:41:07	7,86		Sí		
9	08:51:07	8,16		No		
10	09:01:07	7,87		Sí		
11	09:11:07	7,76		Sí		
12	09:21:07	8,36		No		
13	09:31:07	8,00		No		
14	09:41:07	8,26		No		
15	09:51:07	8,47		No		
16	10:01:07	8,14		No		
17	10:11:07	8,27		No		
18	10:21:07	8,73		No		
19	10:31:07	8,56		No		
20	10:41:07	7,94		Sí		
21	10:51:07	8,29		No		
22	11:01:07	8,86		No		
23	11:11:07	8,55		No		
24	11:21:07	8,72		No		
25	11:31:07	8,42		No		
26	11:41:07	8,50		No		
27	11:51:07	8,82		No		
28	12:01:07	8,43		No		
29	12:11:07	8,68		No		
30	12:21:07	8,59		No		
31	12:31:07	8,14		No		
32	12:41:07	8,44		No		
33	12:51:07	8,56		No		
34	13:01:07	8,51		No		
35	13:11:21	8,95		No		
36	13:21:21	10,47		No		
37	13:31:21	9,26		No		
38	13:41:21	10,77		No		
39	13:51:21	10,18		No		
40	14:01:21	8,27		No		
41	14:11:21	10,67		No		
42	14:21:21	9,75		No		
43	14:31:21	9,94		No		
44	14:41:21	10,48		No		
45	14:51:21	9,83		No		
46	15:01:21	10,28		No		
47	15:11:21	10,59		No		
48	15:21:21	11,47		No		
49	15:31:21	10,94		No		
50	15:41:21	11,27		No		
51	15:51:21	11,55		No		
52	16:01:21	10,94		No		
53	16:11:21	10,77		No		
54	16:21:21	11,20		No		
55	16:31:21	10,96		No		
56	16:41:21	10,85		No		
57	16:51:21	10,69		No		
58	17:01:21	9,52		No		
Nota:	Las lecturas de pH extraídas son previamente analizadas por el controlador, con el algoritmo integrado en su memoria capaz de obtener el valor de pH resultante en el transcurso de cada 10 minutos; por tanto, si la lectura de pH está en el rango de 6 a 8, se considera que todo el intervalo de tiempo haya estado en el rango permitido					
Total de resultados dentro del rango (Ten):				6		
Índice de eficacia: $Efi = \frac{Ten}{Tm}$				0,11		

INSTRUMENTO PARA LA EFICACIA DEL SISTEMA DE NEUTRALIZACIÓN DE PH						
Área:	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)					
Fecha:	12 / Marzo / 2020	Hora de inicio de actividad:		07:31		
		Hora de término de actividad:		17:01		
		Tiempo total disponible:		9,5 horas (570 minutos)		
Actividad nº:	8	Rango objetivo de pH:	mínimo:	6	máximo:	8
Encargado de la actividad:	Roberto					
Descripción de la actividad:	El encargado de la actividad recopilará las lecturas de pH dadas por el controlador, estas lecturas se validarán si están o no en el rango de pH establecido por la empresa.					
Intervalo de tiempo entre mediciones:	10 minutos			Total de mediciones (Tm):	58	
Autorizado por:	La empresa en estudio					
Medición	Hora	Lectura de PH		¿La Lectura se encuentra en el rango de 6 a 8? SI/NO		
Nº	hh:mm					
1	07:31:07	7,41		Sí		
2	07:41:07	7,60		Sí		
3	07:51:07	7,47		Sí		
4	08:01:07	7,45		Sí		
5	08:11:07	7,73		Sí		
6	08:21:07	7,98		Sí		
7	08:31:07	7,63		Sí		
8	08:41:07	8,31		No		
9	08:51:07	8,13		No		
10	09:01:07	7,98		Sí		
11	09:11:07	8,19		No		
12	09:21:07	8,01		No		
13	09:31:07	8,01		No		
14	09:41:07	7,89		Sí		
15	09:51:07	7,93		Sí		
16	10:01:07	8,05		No		
17	10:11:07	8,01		No		
18	10:21:07	8,41		No		
19	10:31:07	8,47		No		
20	10:41:07	8,41		No		
21	10:51:07	9,06		No		
22	11:01:07	8,67		No		
23	11:11:07	9,49		No		
24	11:21:07	9,86		No		
25	11:31:07	8,44		No		
26	11:41:07	9,50		No		
27	11:51:07	8,80		No		
28	12:01:07	8,98		No		
29	12:11:07	8,59		No		
30	12:21:07	8,05		No		
31	12:31:07	8,91		No		
32	12:41:07	8,43		No		
33	12:51:07	8,66		No		
34	13:01:07	8,69		No		
35	13:11:21	8,52		No		
36	13:21:21	9,14		No		
37	13:31:21	9,80		No		
38	13:41:21	9,17		No		
39	13:51:21	10,42		No		
40	14:01:21	9,31		No		
41	14:11:21	9,51		No		
42	14:21:21	10,39		No		
43	14:31:21	9,22		No		
44	14:41:21	10,34		No		
45	14:51:21	9,66		No		
46	15:01:21	9,62		No		
47	15:11:21	9,90		No		
48	15:21:21	10,68		No		
49	15:31:21	9,78		No		
50	15:41:21	10,36		No		
51	15:51:21	10,18		No		
52	16:01:21	8,13		No		
53	16:11:21	9,47		No		
54	16:21:21	8,90		No		
55	16:31:21	8,94		No		
56	16:41:21	8,67		No		
57	16:51:21	8,61		No		
58	17:01:21	8,73		No		
Nota:	Las lecturas de pH extraídas son previamente analizadas por el controlador, con el algoritmo integrado en su memoria capaz de obtener el valor de pH resultante en el transcurso de cada 10 minutos; por tanto, si la lectura de pH está en el rango de 6 a 8, se considera que todo el intervalo de tiempo haya estado en el rango permitido					
Total de resultados dentro del rango (Ten):				10		
Índice de eficacia: $Efi = \frac{Ten}{Tm}$				0,17		

INSTRUMENTO PARA LA EFICACIA DEL SISTEMA DE NEUTRALIZACIÓN DE PH						
Área:	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)					
Fecha:	13 / Marzo / 2020	Hora de inicio de actividad:		07:31		
		Hora de término de actividad:		17:01		
		Tiempo total disponible:		9,5 horas (570 minutos)		
Actividad nº:	9	Rango objetivo de	mínimo:	6	máximo:	8
Encargado de la actividad:	Roberto					
Descripción de la actividad:	El encargado de la actividad recopilará las lecturas de pH dadas por el controlador, estas lecturas se validarán si están o no en el rango de pH establecido por la empresa.					
Intervalo de tiempo entre mediciones:	10 minutos			Total de mediciones (Tm):	58	
Autorizado por:	La empresa en estudio					
Medición	Hora	Lectura de PH		¿La Lectura se encuentra en el rango de 6 a 8?		
Nº	hh:mm			SI/NO		
1	07:31:07	8,11		No		
2	07:41:07	8,11		No		
3	07:51:07	8,22		No		
4	08:01:07	8,27		No		
5	08:11:07	8,21		No		
6	08:21:07	8,02		No		
7	08:31:07	8,15		No		
8	08:41:07	8,04		No		
9	08:51:07	7,87		Sí		
10	09:01:07	7,96		Sí		
11	09:11:07	7,78		Sí		
12	09:21:07	7,75		Sí		
13	09:31:07	7,89		Sí		
14	09:41:07	7,63		Sí		
15	09:51:07	8,01		No		
16	10:01:07	7,73		Sí		
17	10:11:07	8,17		No		
18	10:21:07	8,39		No		
19	10:31:07	8,44		No		
20	10:41:07	8,27		No		
21	10:51:07	8,49		No		
22	11:01:07	8,33		No		
23	11:11:07	8,49		No		
24	11:21:07	8,51		No		
25	11:31:07	8,29		No		
26	11:41:07	8,93		No		
27	11:51:07	8,87		No		
28	12:01:07	8,82		No		
29	12:11:07	8,88		No		
30	12:21:07	8,84		No		
31	12:31:07	8,45		No		
32	12:41:07	8,64		No		
33	12:51:07	8,61		No		
34	13:01:07	8,11		No		
35	13:11:21	8,37		No		
36	13:21:21	8,33		No		
37	13:31:21	8,28		No		
38	13:41:21	8,47		No		
39	13:51:21	8,01		No		
40	14:01:21	8,22		No		
41	14:11:21	8,62		No		
42	14:21:21	7,53		Sí		
43	14:31:21	8,51		No		
44	14:41:21	8,79		No		
45	14:51:21	8,13		No		
46	15:01:21	8,72		No		
47	15:11:21	8,64		No		
48	15:21:21	9,41		No		
49	15:31:21	9,11		No		
50	15:41:21	7,69		Sí		
51	15:51:21	8,85		No		
52	16:01:21	9,61		No		
53	16:11:21	9,15		No		
54	16:21:21	9,78		No		
55	16:31:21	10,13		No		
56	16:41:21	9,46		No		
57	16:51:21	10,01		No		
58	17:01:21	9,56		No		
Nota:	Las lecturas de pH extraídas son previamente analizadas por el controlador, con el algoritmo integrado en su memoria capaz de obtener el valor de pH resultante en el transcurso de cada 10 minutos; por tanto, si la lectura de pH está en el rango de 6 a 8, se considera que todo el intervalo de tiempo haya estado en el rango permitido					
Total de resultados dentro del rango (Ten):				9		
Índice de eficacia: $Efi = \frac{Ten}{Tm}$				0,16		

INSTRUMENTO PARA LA EFICACIA DEL SISTEMA DE NEUTRALIZACIÓN DE PH						
Área:	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)					
Fecha:	14 / Marzo / 2020	Hora de inicio de actividad:		07:31		
		Hora de término de actividad:		17:01		
		Tiempo total disponible:				
Actividad n°:	10	Rango objetivo de pH:	mínimo:	6	máximo:	8
Encargado de la actividad:		Roberto				
Descripción de la actividad:	El encargado de la actividad recopilará las lecturas de pH dadas por el controlador, estas lecturas se validarán si están o no en el rango de pH establecido por la empresa.					
Intervalo de tiempo entre mediciones:		10 minutos		Total de mediciones (Tm):		58
Autorizado por:		La empresa en estudio				
Medición N°	Hora hh:mm	Lectura de PH		¿La Lectura se encuentra en el rango de 6 a 8? SI/NO		
1	07:31:07	9,24		No		
2	07:41:07	9,14		No		
3	07:51:07	8,49		No		
4	08:01:07	8,41		No		
5	08:11:07	8,75		No		
6	08:21:07	8,68		No		
7	08:31:07	8,76		No		
8	08:41:07	8,75		No		
9	08:51:07	8,93		No		
10	09:01:07	8,85		No		
11	09:11:07	8,53		No		
12	09:21:07	8,78		No		
13	09:31:07	8,90		No		
14	09:41:07	9,17		No		
15	09:51:07	8,95		No		
16	10:01:07	9,10		No		
17	10:11:07	8,98		No		
18	10:21:07	8,30		No		
19	10:31:07	8,69		No		
20	10:41:07	8,65		No		
21	10:51:07	9,07		No		
22	11:01:07	8,86		No		
23	11:11:07	9,32		No		
24	11:21:07	9,36		No		
25	11:31:07	9,24		No		
26	11:41:07	9,44		No		
27	11:51:07	9,27		No		
28	12:01:07	8,98		No		
29	12:11:07	9,06		No		
30	12:21:07	9,02		No		
31	12:31:07	8,97		No		
32	12:41:07	9,13		No		
33	12:51:07	9,46		No		
34	13:01:07	9,70		No		
35	13:11:21	9,76		No		
36	13:21:21	9,71		No		
37	13:31:21	9,51		No		
38	13:41:21	9,52		No		
39	13:51:21	9,68		No		
40	14:01:21	9,38		No		
41	14:11:21	9,28		No		
42	14:21:21	9,22		No		
43	14:31:21	9,28		No		
44	14:41:21	9,48		No		
45	14:51:21	9,37		No		
46	15:01:21	9,27		No		
47	15:11:21	8,51		No		
48	15:21:21	8,44		No		
49	15:31:21	8,65		No		
50	15:41:21	8,69		No		
51	15:51:21	8,77		No		
52	16:01:21	8,73		No		
53	16:11:21	8,78		No		
54	16:21:21	8,63		No		
55	16:31:21	8,67		No		
56	16:41:21	8,92		No		
57	16:51:21	8,67		No		
58	17:01:21	8,95		No		
Nota:	Las lecturas de pH extraídas son previamente analizadas por el controlador, con el algoritmo integrado en su memoria capaz de obtener el valor de pH resultante en el transcurso de cada 10 minutos; por tanto, si la lectura de pH está en el rango de 6 a 8, se considera que todo el intervalo de tiempo haya estado en el rango permitido					
Total de resultados dentro del rango (Ten):					0	
Índice de eficacia: $Efi = \frac{Ten}{Tm}$					0,00	

INSTRUMENTO PARA LA EFICACIA DEL SISTEMA DE NEUTRALIZACIÓN DE PH						
Área:	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)					
Fecha:	15 / Marzo / 2020	Hora de inicio de actividad:		07:31		
		Hora de término de actividad:		17:01		
		Tiempo total disponible:		9,5 horas (570 minutos)		
Actividad nº:	11	Rango objetivo de	mínimo:	6	máximo:	8
Encargado de la actividad:	Roberto					
Descripción de la actividad:	El encargado de la actividad recopilará las lecturas de pH dadas por el controlador, estas lecturas se validarán si están o no en el rango de pH establecido por la empresa.					
Intervalo de tiempo entre mediciones:	10 minutos			Total de mediciones (Tm):	58	
Autorizado por:	La empresa en estudio					
Medición Nº	Hora hh:mm	Lectura de PH		¿La Lectura se encuentra en el rango de 6 a 8? SI/NO		
1	07:31:07	7,68		Sí		
2	07:41:07	7,86		Sí		
3	07:51:07	7,98		Sí		
4	08:01:07	7,91		Sí		
5	08:11:07	8,39		No		
6	08:21:07	8,48		No		
7	08:31:07	8,42		No		
8	08:41:07	8,77		No		
9	08:51:07	9,04		No		
10	09:01:07	9,46		No		
11	09:11:07	9,41		No		
12	09:21:07	9,16		No		
13	09:31:07	9,16		No		
14	09:41:07	9,73		No		
15	09:51:07	9,79		No		
16	10:01:07	9,85		No		
17	10:11:07	9,94		No		
18	10:21:07	9,82		No		
19	10:31:07	10,18		No		
20	10:41:07	10,28		No		
21	10:51:07	10,54		No		
22	11:01:07	10,74		No		
23	11:11:07	10,45		No		
24	11:21:07	10,38		No		
25	11:31:07	10,42		No		
26	11:41:07	10,10		No		
27	11:51:07	9,80		No		
28	12:01:07	9,28		No		
29	12:11:07	9,18		No		
30	12:21:07	9,12		No		
31	12:31:07	8,89		No		
32	12:41:07	9,00		No		
33	12:51:07	8,93		No		
34	13:01:07	8,61		No		
35	13:11:21	8,82		No		
36	13:21:21	8,88		No		
37	13:31:21	8,85		No		
38	13:41:21	9,00		No		
39	13:51:21	8,75		No		
40	14:01:21	8,54		No		
41	14:11:21	8,52		No		
42	14:21:21	8,58		No		
43	14:31:21	8,66		No		
44	14:41:21	8,87		No		
45	14:51:21	9,13		No		
46	15:01:21	9,16		No		
47	15:11:21	9,16		No		
48	15:21:21	9,28		No		
49	15:31:21	9,29		No		
50	15:41:21	9,24		No		
51	15:51:21	9,37		No		
52	16:01:21	9,60		No		
53	16:11:21	9,48		No		
54	16:21:21	9,53		No		
55	16:31:21	9,55		No		
56	16:41:21	9,43		No		
57	16:51:21	9,41		No		
58	17:01:21	9,30		No		
Nota:	Las lecturas de pH extraídas son previamente analizadas por el controlador, con el algoritmo integrado en su memoria capaz de obtener el valor de pH resultante en el transcurso de cada 10 minutos; por tanto, si la lectura de pH está en el rango de 6 a 8, se considera que todo el intervalo de tiempo haya estado en el rango permitido					
Total de resultados dentro del rango (Ten):					4	
Índice de eficacia: $Efi = \frac{Ten}{Tm}$					0,07	

INSTRUMENTO PARA LA EFICACIA DEL SISTEMA DE NEUTRALIZACIÓN DE PH						
Área:	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)					
Fecha:	16 / Marzo / 2020	Hora de inicio de actividad:		07:31		
		Hora de término de actividad:		17:01		
		Tiempo total disponible:		9,5 horas (570 minutos)		
Actividad nº:	12	Rango objetivo de	mínimo:	6	máximo:	8
Encargado de la actividad:	Roberto					
Descripción de la actividad:	El encargado de la actividad recopilará las lecturas de pH dadas por el controlador, estas lecturas se validarán si están o no en el rango de pH establecido por la empresa.					
Intervalo de tiempo entre mediciones:	10 minutos			Total de mediciones (Tm):	58	
Autorizado por:	La empresa en estudio					
Medición Nº	Hora hh:mm	Lectura de PH		¿La Lectura se encuentra en el rango de 6 a 8? SI/NO		
1	07:31:07	7,61		Sí		
2	07:41:07	7,19		Sí		
3	07:51:07	7,65		Sí		
4	08:01:07	7,05		Sí		
5	08:11:07	7,24		Sí		
6	08:21:07	7,69		Sí		
7	08:31:07	7,78		Sí		
8	08:41:07	7,87		Sí		
9	08:51:07	7,75		Sí		
10	09:01:07	7,97		Sí		
11	09:11:07	8,26		No		
12	09:21:07	8,32		No		
13	09:31:07	8,12		No		
14	09:41:07	7,91		Sí		
15	09:51:07	8,18		No		
16	10:01:07	8,34		No		
17	10:11:07	8,42		No		
18	10:21:07	8,36		No		
19	10:31:07	8,70		No		
20	10:41:07	8,67		No		
21	10:51:07	8,77		No		
22	11:01:07	8,80		No		
23	11:11:07	8,43		No		
24	11:21:07	8,54		No		
25	11:31:07	8,56		No		
26	11:41:07	8,66		No		
27	11:51:07	8,47		No		
28	12:01:07	8,10		No		
29	12:11:07	8,42		No		
30	12:21:07	7,97		Sí		
31	12:31:07	8,16		No		
32	12:41:07	8,25		No		
33	12:51:07	8,39		No		
34	13:01:07	8,49		No		
35	13:11:21	8,66		No		
36	13:21:21	8,49		No		
37	13:31:21	8,76		No		
38	13:41:21	8,69		No		
39	13:51:21	8,61		No		
40	14:01:21	8,75		No		
41	14:11:21	8,77		No		
42	14:21:21	8,82		No		
43	14:31:21	8,91		No		
44	14:41:21	8,86		No		
45	14:51:21	8,76		No		
46	15:01:21	8,86		No		
47	15:11:21	8,85		No		
48	15:21:21	8,73		No		
49	15:31:21	8,77		No		
50	15:41:21	8,93		No		
51	15:51:21	8,81		No		
52	16:01:21	8,75		No		
53	16:11:21	8,77		No		
54	16:21:21	8,80		No		
55	16:31:21	8,73		No		
56	16:41:21	8,80		No		
57	16:51:21	7,95		Sí		
58	17:01:21	8,14		No		
Nota:	Las lecturas de pH extraídas son previamente analizadas por el controlador, con el algoritmo integrado en su memoria capaz de obtener el valor de pH resultante en el transcurso de cada 10 minutos; por tanto, si la lectura de pH está en el rango de 6 a 8, se considera que todo el intervalo de tiempo haya estado en el rango permitido					
Total de resultados dentro del rango (Ten):				13		
Índice de eficacia: $Efi = \frac{Ten}{Tm}$				0,22		

INSTRUMENTO PARA LA EFICACIA DEL SISTEMA DE NEUTRALIZACIÓN DE PH						
Área:	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)					
Fecha:	17 / Marzo / 2020	Hora de inicio de actividad:		07:31		
		Hora de término de actividad:		17:01		
		Tiempo total disponible:		9,5 horas (570 minutos)		
Actividad nº:	13	Rango objetivo de	mínimo:	6	máximo:	8
Encargado de la actividad:	Roberto					
Descripción de la actividad:	El encargado de la actividad recopilará las lecturas de pH dadas por el controlador, estas lecturas se validarán si están o no en el rango de pH establecido por la empresa.					
Intervalo de tiempo entre mediciones:	10 minutos			Total de mediciones (Tm):	58	
Autorizado por:	La empresa en estudio					
Medición	Hora	Lectura de PH		¿La Lectura se encuentra en el rango de 6 a 8? SI/NO		
Nº	hh:mm					
1	07:31:07	7,23		Sí		
2	07:41:07	7,39		Sí		
3	07:51:07	7,71		Sí		
4	08:01:07	8,14		No		
5	08:11:07	8,05		No		
6	08:21:07	8,12		No		
7	08:31:07	8,23		No		
8	08:41:07	8,13		No		
9	08:51:07	7,93		Sí		
10	09:01:07	6,97		Sí		
11	09:11:07	6,17		Sí		
12	09:21:07	5,31		No		
13	09:31:07	5,10		No		
14	09:41:07	5,15		No		
15	09:51:07	7,68		Sí		
16	10:01:07	7,48		Sí		
17	10:11:07	8,20		No		
18	10:21:07	8,12		No		
19	10:31:07	8,01		No		
20	10:41:07	7,55		Sí		
21	10:51:07	9,05		No		
22	11:01:07	9,56		No		
23	11:11:07	9,55		No		
24	11:21:07	9,52		No		
25	11:31:07	9,78		No		
26	11:41:07	9,94		No		
27	11:51:07	9,82		No		
28	12:01:07	10,10		No		
29	12:11:07	9,95		No		
30	12:21:07	10,06		No		
31	12:31:07	9,89		No		
32	12:41:07	10,18		No		
33	12:51:07	10,10		No		
34	13:01:07	10,07		No		
35	13:11:21	10,75		No		
36	13:21:21	10,29		No		
37	13:31:21	10,94		No		
38	13:41:21	11,17		No		
39	13:51:21	11,08		No		
40	14:01:21	10,83		No		
41	14:11:21	11,43		No		
42	14:21:21	11,15		No		
43	14:31:21	10,99		No		
44	14:41:21	10,81		No		
45	14:51:21	9,45		No		
46	15:01:21	10,52		No		
47	15:11:21	10,41		No		
48	15:21:21	10,44		No		
49	15:31:21	10,35		No		
50	15:41:21	10,68		No		
51	15:51:21	10,54		No		
52	16:01:21	10,58		No		
53	16:11:21	10,50		No		
54	16:21:21	10,50		No		
55	16:31:21	10,03		No		
56	16:41:21	9,07		No		
57	16:51:21	9,33		No		
58	17:01:21	9,71		No		
Nota:	Las lecturas de pH extraídas son previamente analizadas por el controlador, con el algoritmo integrado en su memoria capaz de obtener el valor de pH resultante en el transcurso de cada 10 minutos; por tanto, si la lectura de pH está en el rango de 6 a 8, se considera que todo el intervalo de tiempo haya estado en el rango permitido					
Total de resultados dentro del rango (Ten):					9	
Índice de eficacia: $Efi = \frac{T_{en}}{T_m}$					0,16	

INSTRUMENTO PARA LA EFICACIA DEL SISTEMA DE NEUTRALIZACIÓN DE PH						
Área:	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)					
Fecha:	18 / Marzo / 2020	Hora de inicio de actividad:		07:31		
		Hora de término de actividad:		17:01		
		Tiempo total disponible:		9,5 horas (570 minutos)		
Actividad n°:	14	Rango objetivo de	mínimo:	6	máximo:	8
Encargado de la actividad:	Roberto					
Descripción de la actividad:	El encargado de la actividad recopilará las lecturas de pH dadas por el controlador, estas lecturas se validarán si están o no en el rango de pH establecido por la empresa.					
Intervalo de tiempo entre mediciones:	10 minutos		Total de mediciones (Tm):	58		
Autorizado por:	La empresa en estudio					
Medición N°	Hora hh:mm	Lectura de PH		¿La Lectura se encuentra en el rango de 6 a 8? SI/NO		
1	07:31:07	4,37		No		
2	07:41:07	4,48		No		
3	07:51:07	4,83		No		
4	08:01:07	6,69		Sí		
5	08:11:07	7,86		Sí		
6	08:21:07	7,86		Sí		
7	08:31:07	8,33		No		
8	08:41:07	8,15		No		
9	08:51:07	8,43		No		
10	09:01:07	8,29		No		
11	09:11:07	7,99		Sí		
12	09:21:07	8,23		No		
13	09:31:07	8,45		No		
14	09:41:07	8,24		No		
15	09:51:07	8,98		No		
16	10:01:07	8,58		No		
17	10:11:07	8,82		No		
18	10:21:07	9,68		No		
19	10:31:07	9,89		No		
20	10:41:07	9,94		No		
21	10:51:07	9,60		No		
22	11:01:07	10,00		No		
23	11:11:07	9,40		No		
24	11:21:07	9,11		No		
25	11:31:07	9,59		No		
26	11:41:07	9,20		No		
27	11:51:07	10,00		No		
28	12:01:07	9,61		No		
29	12:11:07	9,14		No		
30	12:21:07	10,38		No		
31	12:31:07	9,65		No		
32	12:41:07	10,39		No		
33	12:51:07	10,13		No		
34	13:01:07	9,80		No		
35	13:11:21	9,75		No		
36	13:21:21	10,24		No		
37	13:31:21	9,50		No		
38	13:41:21	10,04		No		
39	13:51:21	10,23		No		
40	14:01:21	9,51		No		
41	14:11:21	9,94		No		
42	14:21:21	10,03		No		
43	14:31:21	10,77		No		
44	14:41:21	10,85		No		
45	14:51:21	11,50		No		
46	15:01:21	11,54		No		
47	15:11:21	11,69		No		
48	15:21:21	11,36		No		
49	15:31:21	11,33		No		
50	15:41:21	11,02		No		
51	15:51:21	11,10		No		
52	16:01:21	10,94		No		
53	16:11:21	11,24		No		
54	16:21:21	11,10		No		
55	16:31:21	10,94		No		
56	16:41:21	10,69		No		
57	16:51:21	10,70		No		
58	17:01:21	10,74		No		
Nota:	Las lecturas de pH extraídas son previamente analizadas por el controlador, con el algoritmo integrado en su memoria capaz de obtener el valor de pH resultante en el transcurso de cada 10 minutos; por tanto, si la lectura de pH está en el rango de 6 a 8, se considera que todo el intervalo de tiempo haya estado en el rango permitido					
Total de resultados dentro del rango (Ten):				4		
Índice de eficacia: $Efi = \frac{Ten}{Tm}$				0,07		

INSTRUMENTO PARA LA EFICACIA DEL SISTEMA DE NEUTRALIZACIÓN DE PH						
Área:	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)					
Fecha:	19 / Marzo / 2020	Hora de inicio de actividad:		07:31		
		Hora de término de actividad:		17:01		
		Tiempo total disponible:		9,5 horas (570 minutos)		
Actividad nº:	15	Rango objetivo de	mínimo:	6	máximo:	8
Encargado de la actividad:	Roberto					
Descripción de la actividad:	El encargado de la actividad recopilará las lecturas de pH dadas por el controlador, estas lecturas se validarán si están o no en el rango de pH establecido por la empresa.					
Intervalo de tiempo entre mediciones:	10 minutos		Total de mediciones (Tm):	58		
Autorizado por:	La empresa en estudio					
Medición	Hora	Lectura de PH		¿La Lectura se encuentra en el rango de 6 a 8?		
Nº	hh:mm			SI/NO		
1	07:31:07	8,57		No		
2	07:41:07	8,13		No		
3	07:51:07	8,32		No		
4	08:01:07	7,99		Sí		
5	08:11:07	7,88		Sí		
6	08:21:07	7,90		Sí		
7	08:31:07	7,54		Sí		
8	08:41:07	7,59		Sí		
9	08:51:07	7,51		Sí		
10	09:01:07	7,34		Sí		
11	09:11:07	7,22		Sí		
12	09:21:07	7,29		Sí		
13	09:31:07	6,92		Sí		
14	09:41:07	7,05		Sí		
15	09:51:07	7,18		Sí		
16	10:01:07	6,62		Sí		
17	10:11:07	6,64		Sí		
18	10:21:07	6,67		Sí		
19	10:31:07	6,15		Sí		
20	10:41:07	6,50		Sí		
21	10:51:07	6,53		Sí		
22	11:01:07	6,54		Sí		
23	11:11:07	7,70		Sí		
24	11:21:07	7,71		Sí		
25	11:31:07	9,46		No		
26	11:41:07	9,36		No		
27	11:51:07	9,96		No		
28	12:01:07	10,15		No		
29	12:11:07	9,68		No		
30	12:21:07	10,35		No		
31	12:31:07	10,20		No		
32	12:41:07	10,24		No		
33	12:51:07	10,91		No		
34	13:01:07	10,64		No		
35	13:11:21	10,24		No		
36	13:21:21	10,89		No		
37	13:31:21	10,01		No		
38	13:41:21	10,06		No		
39	13:51:21	10,63		No		
40	14:01:21	10,12		No		
41	14:11:21	10,74		No		
42	14:21:21	10,49		No		
43	14:31:21	9,98		No		
44	14:41:21	10,05		No		
45	14:51:21	10,41		No		
46	15:01:21	9,90		No		
47	15:11:21	10,49		No		
48	15:21:21	10,10		No		
49	15:31:21	11,04		No		
50	15:41:21	10,90		No		
51	15:51:21	10,85		No		
52	16:01:21	10,45		No		
53	16:11:21	10,43		No		
54	16:21:21	10,34		No		
55	16:31:21	10,43		No		
56	16:41:21	10,45		No		
57	16:51:21	10,50		No		
58	17:01:21	10,54		No		
Nota:	Las lecturas de pH extraídas son previamente analizadas por el controlador, con el algoritmo integrado en su memoria capaz de obtener el valor de pH resultante en el transcurso de cada 10 minutos; por tanto, si la lectura de pH está en el rango de 6 a 8, se considera que todo el intervalo de tiempo haya estado en el rango permitido					
Total de resultados dentro del rango (Ten):				21		
Índice de eficacia: $Efi = \frac{Ten}{Tm}$				0,36		

Anexo 12: Requerimiento y selección de equipos

1. Equipos para neutralización de pH del agua

- Bomba dosificadora IWAKI

La gran particularidad de las bombas electromagnéticas IWAKI. es la capacidad de soportar todo tipo de químicos altamente abrasivos como son los neutralizantes ácidos y alcalinos. Así también, los modelos se diferencian por su caudal en GPH (Galones Por Hora), entrada (conectividad y control) y su ajuste de carrera (capacidad de dosificación).

Figura 53: Especificaciones de las bombas dosificadoras IWAKI

							
Bombas	EJ	EZ	EWN	EK	EHE	IX	LK
Módulo de Control	R	D T	R Y	R	E	N/A	N/A
Caudal Máximo LPH (GPH)	4.8 LPH (1.3 GPH)	23.8 LPH (6.3 GPH)	25.4 LPH (6.7 GPH)	25.4 LPH (6.7 GPH)	76 LPH (20 GPH)	300 LPH (79.2 GPH)	431 LPH (114 GPH)
Presión Máxima BAR (PSI)	12 bar (175 PSI)	10 bar (150 PSI)	20 bar (290 PSI)	10 bar (150 PSI)	10 bar (150 PSI)	10 bar (150 PSI)	15 bar (225 PSI)
Pulsos por Minuto	360	360	360	360	360	240	58/116
Rango de resolución	360:1	360:1	1800:1	1800:1	1800:1	750:1	Nota 1
Ajuste de largo de carrera %	Fixa	Fixa	20-100%	20-100%	20-100%	Fija	10-100%
Pantalla LCD	✓	✓		✓	✓	✓	
Opción de Válvula Multi-función	✓	✓		✓			
Opción de válvula Desgasificación	✓	✓		✓		Sin necesidad	
Opción PosiFlow	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Opción Entrada Posiflow / EFS				✓			
Pulso (X) & (%)			✓	✓	✓	✓	
Entrada Pulsos	✓		✓	✓	✓	✓	
Entrada 4-20 mA			✓	✓	✓	✓	Nota 1
Entrada Parada / Pre-Parada	✓		✓	✓	✓	✓	Nota 1
Salida Pulsos			✓	✓		✓	
Salida de 4-20 mA				✓		✓	
Salida de Alarme				✓		✓	
Opción de temporizador		EZB				✓	
Clasificación IP	IP65	IP65	IP65	IP67	IP65	IP65	IP65
Detector de fugas y fallas						✓	
Viscosidad hasta 20.000 cPs			✓		✓		

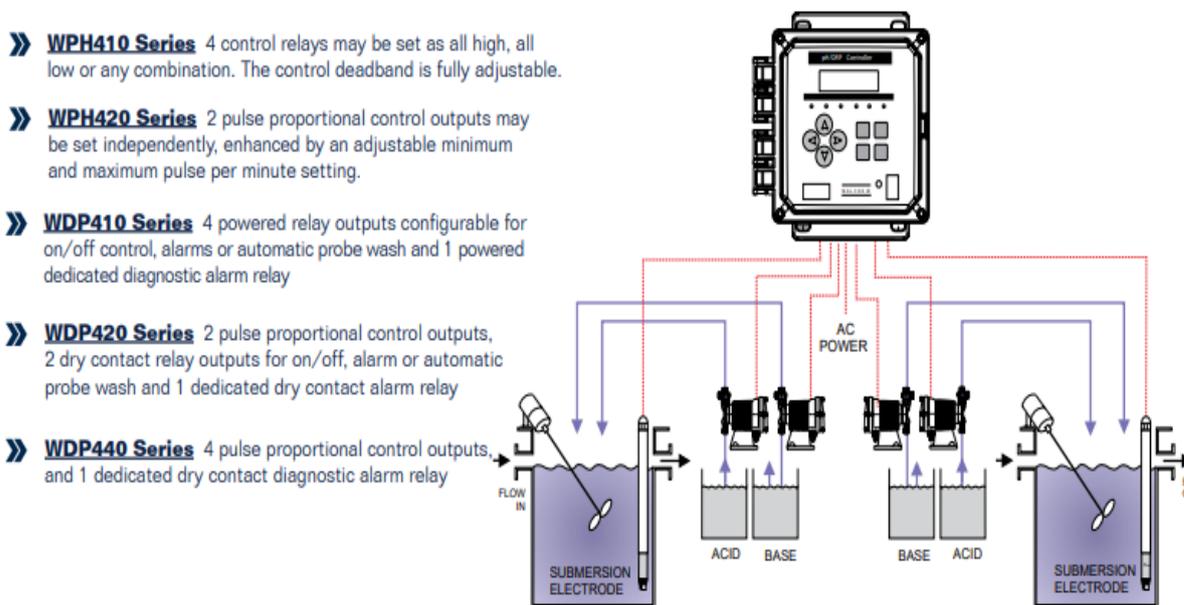
Fuente: Catálogo IWAKI

Estas especificaciones ayudan al usuario a distinguir como y de qué manera la bomba va a dosificar el insumo; un dato adicional, cualquiera de estas bombas dosificadoras tiene la opción de cambiar el control que disponga, a manual. Esto quiere decir, que permitirá que la bomba pueda ser gobernada por el usuario en caso de que el equipo que estuvo gobernándola sufrió algún tipo de falla o se encuentre en un mantenimiento y no pueda ejercer la acción de controlar la bomba dosificadora.

- **Controlador WALCHEM**

Los controladores WALCHEM vienen incorporados entradas y salidas que permiten controlar distintos equipos haciéndolos trabajar de forma armoniosa para obtener resultados efectivos para el usuario, adicional a ello son exclusivos para el tratamiento de aguas y toda maquinaria que requiera el recurso hídrico con ciertas características químicas y biológicas. Estos equipos pueden controlar bombas dosificadoras, control relays y control proporcional, los modelos varían en cuanto a la cantidad que estos se puedan entrelazar al controlador.

Figura 54: Series de controladores WALCHEM



Fuente: Catálogo WALCHEM

Todo tipo de serie de controlador, puede aceptar los distintos modelos de bombas dosificadoras IWAKI, sin embargo, existe una restricción relacionado a los sensores

WALCHEM que se le incorporen, y eso depende de la tarjeta de entradas que estén incorporadas en el controlador. También, todo controlador puede extraer la memoria data de las mediciones que realiza el sensor y los eventos que ocurrieron durante ese mismo periodo en forma de datos que permitan recrear diagramas sencillos, notándose el cambio de la variable controlada en el transcurso del tiempo que se estuvo neutralizando.

- **Sensor de PH / ORP WALCHEM**

Los sensores que ofrece WALCHEM son de fácil manipulación y conectividad que brinda un certero dominio e instalación del sensor, puesto que este accesorio realiza la medición constante del agua. Por tanto, esta debe ser calibrada y monitoreada constantemente para que el controlador pueda manipular correctamente la bomba dosificadora u otros equipos que el usuario haya colocado para tratar el agua.

Figura 55: Sensor de ORP con termocupla, de pH con termocupla y el electrodo del sensor de pH respectivamente



Fuente: Catálogo WALCHEM

Como dato adicional, en cada manual de controlador tienen los diagramas de conexión de los sensores y bombas dosificadoras para darle claridad al usuario, y estos manuales se pueden encontrar físicamente en la compra de cada controlador. Sin embargo, estos manuales se pueden descargar desde la página principal de WALCHEM ya sean de equipos actuales en el mercado como también los equipos que se encuentren discontinuados.

2. Equipos disponibles

La empresa en estudio cuenta con una bomba dosificadora marca IWAKI y el neutralizante DYNAFLOC, estos dos elementos fueron instrumentos para el dominio del operario, sin embargo estos mismos se unirán al nuevo sistema de neutralización de pH. La bomba dosificadora tiene compatibilidad con los controladores marca WALCHEM, pueden ser controladas por este de diferentes formas, a su vez el neutralizante necesita tener una alarma que sirva para que el operario realice el reemplazo del neutralizante.

Tabla 49: Equipos disponibles de la empresa en estudios

Equipos e insumos disponibles	Marca	Modelo	Características
Bomba dosificadora	IWAKI	EWC36Y2-PC	Caudal máximo de dosificación de 25 Litros por hora, capacidad de control por pulsos, porcentajes, entrada 4-20mA, On/Off
DYNAFLOC	INGENIA	AM	Insumo residual de procesos químicos en la industria minera, contiene pH 2.5 aprox. y su composición permite neutralizar alcalinos fuertes.

Fuente: Elaboración propia

3. Equipos a requerir

Los equipos a requerir para complementar el sistema de neutralización de pH es necesario del ente autómatas, este será el controlador marca WALCHEM; así, también, se requiere de un sensor de pH con termocupla para medir la variable del sistema. Para controlar la bomba dosificadora se adquiere un tablero eléctrico con un conjunto de accesorios determinados en la siguiente figura y para el posicionamiento del sensor de pH se solicita un kit de tuberías de PVC para la fácil manipulación de este mismo.

Tabla 50: Equipos a requerir

Equipos a requerir	Marca	Modelo	Características
Controlador	WALCHEM	PH/ORP WDP 420	Contiene 2 salidas para control por pulso proporcional, 2 salidas relays para el control On/Off y por último un relay de alarma
Sensor de pH	WALCHEM	WELPHF71 – ING	Sensor con termocupla capaz de sensar mV y temperatura, sometiéndolo a un algoritmo dentro del controlador para traducirlo en unidad de pH
Tablero eléctrico	No definido	Tablero de comando	Contenido: 1 Tablero electrico, 1 llave termomagnetica, 2 relays encapsulados, una bornera contacto a tierra, cable para conectar el circuito, 3 canaletas de pvc, 1 cisterna/sirena y un control de nivel
Kit de tuberías de PVC	No definido	variados	Contenido: 2 válvulas manuales, 4 codos, 2 conectores universales, 1 tubo "T" y una caja de paso

Fuente: Elaboración propia

La elaboración y el diseño del tablero eléctrico y el kit de tuberías para el sensor de pH son netamente del autor, mediante un estudio previo y con la intención de que estos implementos proporcionen facilidad de dominio para el operario. El contenido de ambos elementos mencionados, dispone de gráficos del diagrama eléctrico del tablero del control de nivel (**figura 22**) y gráficos en 3D del kit de tuberías como posición definitiva del sensor de pH para la implementación de la mejora de la investigación (**figura 25**) elaborados con Microsoft Visio.

Anexo 13: Memoria data del 1 al 15 de Agosto de 2020

Fecha	Hora	pH	Fecha	Hora	pH	Fecha	Hora	pH
1-Ago-20	7:31:07	7,67	2-Ago-20	7:31:07	6,08	3-Ago-20	7:31:07	6,68
1-Ago-20	7:41:07	7,63	2-Ago-20	7:41:07	6,23	3-Ago-20	7:41:07	6,75
1-Ago-20	7:51:07	7,37	2-Ago-20	7:51:07	6,34	3-Ago-20	7:51:07	6,76
1-Ago-20	8:01:07	7,33	2-Ago-20	8:01:07	6,39	3-Ago-20	8:01:07	6,78
1-Ago-20	8:11:07	7,21	2-Ago-20	8:11:07	6,43	3-Ago-20	8:11:07	6,83
1-Ago-20	8:21:07	7,04	2-Ago-20	8:21:07	6,45	3-Ago-20	8:21:07	6,36
1-Ago-20	8:31:07	6,98	2-Ago-20	8:31:07	6,31	3-Ago-20	8:31:07	6,53
1-Ago-20	8:41:07	7,06	2-Ago-20	8:41:07	6,36	3-Ago-20	8:41:07	6,72
1-Ago-20	8:51:07	7,14	2-Ago-20	8:51:07	6,42	3-Ago-20	8:51:07	6,81
1-Ago-20	9:01:07	7,19	2-Ago-20	9:01:07	6,45	3-Ago-20	9:01:07	6,78
1-Ago-20	9:11:07	7,21	2-Ago-20	9:11:07	6,25	3-Ago-20	9:11:07	6,86
1-Ago-20	9:21:07	7,21	2-Ago-20	9:21:07	6,30	3-Ago-20	9:21:07	6,95
1-Ago-20	9:31:07	7,09	2-Ago-20	9:31:07	6,38	3-Ago-20	9:31:07	7,04
1-Ago-20	9:41:07	7,02	2-Ago-20	9:41:07	6,30	3-Ago-20	9:41:07	7,07
1-Ago-20	9:51:07	7,06	2-Ago-20	9:51:07	6,37	3-Ago-20	9:51:07	7,19
1-Ago-20	10:01:07	7,02	2-Ago-20	10:01:07	6,40	3-Ago-20	10:01:07	7,22
1-Ago-20	10:11:07	7,06	2-Ago-20	10:11:07	6,32	3-Ago-20	10:11:07	7,18
1-Ago-20	10:21:07	7,08	2-Ago-20	10:21:07	6,38	3-Ago-20	10:21:07	7,22
1-Ago-20	10:31:07	6,78	2-Ago-20	10:31:07	6,13	3-Ago-20	10:31:07	7,28
1-Ago-20	10:41:07	6,85	2-Ago-20	10:41:07	6,24	3-Ago-20	10:41:07	7,26
1-Ago-20	10:51:07	6,91	2-Ago-20	10:51:07	6,24	3-Ago-20	10:51:07	7,23
1-Ago-20	11:01:07	6,94	2-Ago-20	11:01:07	6,34	3-Ago-20	11:01:07	7,33
1-Ago-20	11:11:07	6,92	2-Ago-20	11:11:07	6,39	3-Ago-20	11:11:07	7,16
1-Ago-20	11:21:07	6,62	2-Ago-20	11:21:07	6,42	3-Ago-20	11:21:07	7,23
1-Ago-20	11:31:07	6,71	2-Ago-20	11:31:07	6,45	3-Ago-20	11:31:07	7,21
1-Ago-20	11:41:07	6,64	2-Ago-20	11:41:07	6,38	3-Ago-20	11:41:07	7,22
1-Ago-20	11:51:07	6,69	2-Ago-20	11:51:07	6,37	3-Ago-20	11:51:07	7,27
1-Ago-20	12:01:07	6,70	2-Ago-20	12:01:07	6,38	3-Ago-20	12:01:07	7,22
1-Ago-20	12:11:07	6,61	2-Ago-20	12:11:07	6,28	3-Ago-20	12:11:07	7,20
1-Ago-20	12:21:07	6,55	2-Ago-20	12:21:07	6,31	3-Ago-20	12:21:07	7,15
1-Ago-20	12:31:07	6,62	2-Ago-20	12:31:07	6,37	3-Ago-20	12:31:07	7,25
1-Ago-20	12:41:07	6,70	2-Ago-20	12:41:07	6,42	3-Ago-20	12:41:07	7,20
1-Ago-20	12:51:07	6,56	2-Ago-20	12:51:07	5,97	3-Ago-20	12:51:07	7,17
1-Ago-20	13:01:07	6,33	2-Ago-20	13:01:07	6,08	3-Ago-20	13:01:07	7,24
1-Ago-20	13:11:21	6,48	2-Ago-20	13:11:21	6,16	3-Ago-20	13:11:21	7,23
1-Ago-20	13:21:21	6,58	2-Ago-20	13:21:21	6,25	3-Ago-20	13:21:21	7,23
1-Ago-20	13:31:21	6,65	2-Ago-20	13:31:21	6,33	3-Ago-20	13:31:21	7,16
1-Ago-20	13:41:21	6,69	2-Ago-20	13:41:21	6,37	3-Ago-20	13:41:21	7,24
1-Ago-20	13:51:21	6,53	2-Ago-20	13:51:21	6,32	3-Ago-20	13:51:21	7,18
1-Ago-20	14:01:21	6,51	2-Ago-20	14:01:21	6,37	3-Ago-20	14:01:21	7,24
1-Ago-20	14:11:21	6,52	2-Ago-20	14:11:21	6,35	3-Ago-20	14:11:21	7,32
1-Ago-20	14:21:21	6,58	2-Ago-20	14:21:21	6,27	3-Ago-20	14:21:21	7,25
1-Ago-20	14:31:21	6,63	2-Ago-20	14:31:21	6,34	3-Ago-20	14:31:21	7,33
1-Ago-20	14:41:21	6,32	2-Ago-20	14:41:21	6,39	3-Ago-20	14:41:21	7,29
1-Ago-20	14:51:21	6,33	2-Ago-20	14:51:21	6,42	3-Ago-20	14:51:21	7,43
1-Ago-20	15:01:21	6,39	2-Ago-20	15:01:21	6,25	3-Ago-20	15:01:21	7,39
1-Ago-20	15:11:21	6,48	2-Ago-20	15:11:21	6,17	3-Ago-20	15:11:21	7,22
1-Ago-20	15:21:21	6,54	2-Ago-20	15:21:21	6,25	3-Ago-20	15:21:21	7,32
1-Ago-20	15:31:21	6,59	2-Ago-20	15:31:21	6,32	3-Ago-20	15:31:21	7,30
1-Ago-20	15:41:21	6,54	2-Ago-20	15:41:21	5,94	3-Ago-20	15:41:21	7,17
1-Ago-20	15:51:21	6,39	2-Ago-20	15:51:21	5,93	3-Ago-20	15:51:21	7,08
1-Ago-20	16:01:21	6,39	2-Ago-20	16:01:21	6,09	3-Ago-20	16:01:21	7,25
1-Ago-20	16:11:21	6,47	2-Ago-20	16:11:21	6,10	3-Ago-20	16:11:21	7,35
1-Ago-20	16:21:21	6,54	2-Ago-20	16:21:21	6,20	3-Ago-20	16:21:21	7,37
1-Ago-20	16:31:21	6,60	2-Ago-20	16:31:21	6,28	3-Ago-20	16:31:21	7,28
1-Ago-20	16:41:21	6,63	2-Ago-20	16:41:21	6,32	3-Ago-20	16:41:21	7,24
1-Ago-20	16:51:21	6,66	2-Ago-20	16:51:21	6,35	3-Ago-20	16:51:21	7,15
1-Ago-20	17:01:21	6,56	2-Ago-20	17:01:21	6,36	3-Ago-20	17:01:21	7,40

Fecha	Hora	pH	Fecha	Hora	pH	Fecha	Hora	pH
4-Ago-20	7:31:07	8,35	5-Ago-20	7:31:07	7,76	6-Ago-20	7:31:07	7,98
4-Ago-20	7:41:07	8,24	5-Ago-20	7:41:07	7,67	6-Ago-20	7:41:07	8,56
4-Ago-20	7:51:07	8,29	5-Ago-20	7:51:07	7,82	6-Ago-20	7:51:07	8,72
4-Ago-20	8:01:07	8,31	5-Ago-20	8:01:07	7,88	6-Ago-20	8:01:07	8,59
4-Ago-20	8:11:07	8,16	5-Ago-20	8:11:07	7,66	6-Ago-20	8:11:07	8,70
4-Ago-20	8:21:07	8,15	5-Ago-20	8:21:07	7,69	6-Ago-20	8:21:07	8,20
4-Ago-20	8:31:07	8,11	5-Ago-20	8:31:07	7,88	6-Ago-20	8:31:07	8,11
4-Ago-20	8:41:07	8,06	5-Ago-20	8:41:07	7,64	6-Ago-20	8:41:07	8,34
4-Ago-20	8:51:07	7,84	5-Ago-20	8:51:07	7,69	6-Ago-20	8:51:07	8,16
4-Ago-20	9:01:07	7,88	5-Ago-20	9:01:07	7,65	6-Ago-20	9:01:07	8,11
4-Ago-20	9:11:07	7,85	5-Ago-20	9:11:07	7,65	6-Ago-20	9:11:07	8,00
4-Ago-20	9:21:07	7,67	5-Ago-20	9:21:07	7,59	6-Ago-20	9:21:07	7,76
4-Ago-20	9:31:07	7,71	5-Ago-20	9:31:07	7,86	6-Ago-20	9:31:07	7,48
4-Ago-20	9:41:07	7,59	5-Ago-20	9:41:07	7,80	6-Ago-20	9:41:07	7,57
4-Ago-20	9:51:07	7,51	5-Ago-20	9:51:07	7,85	6-Ago-20	9:51:07	7,49
4-Ago-20	10:01:07	7,44	5-Ago-20	10:01:07	8,35	6-Ago-20	10:01:07	7,46
4-Ago-20	10:11:07	7,38	5-Ago-20	10:11:07	8,20	6-Ago-20	10:11:07	7,47
4-Ago-20	10:21:07	7,30	5-Ago-20	10:21:07	8,25	6-Ago-20	10:21:07	7,35
4-Ago-20	10:31:07	7,35	5-Ago-20	10:31:07	8,14	6-Ago-20	10:31:07	7,44
4-Ago-20	10:41:07	7,34	5-Ago-20	10:41:07	8,01	6-Ago-20	10:41:07	7,38
4-Ago-20	10:51:07	7,35	5-Ago-20	10:51:07	8,12	6-Ago-20	10:51:07	7,27
4-Ago-20	11:01:07	7,30	5-Ago-20	11:01:07	8,17	6-Ago-20	11:01:07	7,19
4-Ago-20	11:11:07	7,31	5-Ago-20	11:11:07	7,94	6-Ago-20	11:11:07	7,05
4-Ago-20	11:21:07	7,33	5-Ago-20	11:21:07	7,88	6-Ago-20	11:21:07	7,09
4-Ago-20	11:31:07	7,30	5-Ago-20	11:31:07	7,84	6-Ago-20	11:31:07	7,13
4-Ago-20	11:41:07	7,26	5-Ago-20	11:41:07	7,74	6-Ago-20	11:41:07	7,09
4-Ago-20	11:51:07	7,37	5-Ago-20	11:51:07	7,80	6-Ago-20	11:51:07	7,08
4-Ago-20	12:01:07	7,34	5-Ago-20	12:01:07	7,77	6-Ago-20	12:01:07	7,09
4-Ago-20	12:11:07	7,27	5-Ago-20	12:11:07	7,71	6-Ago-20	12:11:07	6,81
4-Ago-20	12:21:07	7,28	5-Ago-20	12:21:07	7,84	6-Ago-20	12:21:07	6,73
4-Ago-20	12:31:07	7,27	5-Ago-20	12:31:07	7,87	6-Ago-20	12:31:07	6,64
4-Ago-20	12:41:07	7,35	5-Ago-20	12:41:07	7,72	6-Ago-20	12:41:07	6,69
4-Ago-20	12:51:07	7,32	5-Ago-20	12:51:07	7,65	6-Ago-20	12:51:07	6,59
4-Ago-20	13:01:07	7,36	5-Ago-20	13:01:07	7,66	6-Ago-20	13:01:07	6,65
4-Ago-20	13:11:21	7,27	5-Ago-20	13:11:21	7,67	6-Ago-20	13:11:21	6,82
4-Ago-20	13:21:21	7,12	5-Ago-20	13:21:21	7,57	6-Ago-20	13:21:21	6,72
4-Ago-20	13:31:21	7,16	5-Ago-20	13:31:21	7,36	6-Ago-20	13:31:21	6,92
4-Ago-20	13:41:21	7,06	5-Ago-20	13:41:21	7,72	6-Ago-20	13:41:21	6,80
4-Ago-20	13:51:21	7,00	5-Ago-20	13:51:21	7,71	6-Ago-20	13:51:21	6,88
4-Ago-20	14:01:21	7,08	5-Ago-20	14:01:21	7,80	6-Ago-20	14:01:21	6,94
4-Ago-20	14:11:21	7,10	5-Ago-20	14:11:21	7,81	6-Ago-20	14:11:21	7,35
4-Ago-20	14:21:21	7,07	5-Ago-20	14:21:21	7,78	6-Ago-20	14:21:21	7,59
4-Ago-20	14:31:21	7,03	5-Ago-20	14:31:21	7,85	6-Ago-20	14:31:21	7,43
4-Ago-20	14:41:21	6,91	5-Ago-20	14:41:21	7,50	6-Ago-20	14:41:21	7,47
4-Ago-20	14:51:21	6,97	5-Ago-20	14:51:21	7,62	6-Ago-20	14:51:21	7,49
4-Ago-20	15:01:21	7,08	5-Ago-20	15:01:21	7,48	6-Ago-20	15:01:21	7,57
4-Ago-20	15:11:21	6,94	5-Ago-20	15:11:21	7,41	6-Ago-20	15:11:21	7,37
4-Ago-20	15:21:21	6,94	5-Ago-20	15:21:21	7,39	6-Ago-20	15:21:21	7,20
4-Ago-20	15:31:21	6,97	5-Ago-20	15:31:21	7,65	6-Ago-20	15:31:21	7,31
4-Ago-20	15:41:21	6,89	5-Ago-20	15:41:21	7,55	6-Ago-20	15:41:21	7,16
4-Ago-20	15:51:21	6,88	5-Ago-20	15:51:21	7,46	6-Ago-20	15:51:21	7,30
4-Ago-20	16:01:21	6,88	5-Ago-20	16:01:21	7,40	6-Ago-20	16:01:21	7,25
4-Ago-20	16:11:21	6,98	5-Ago-20	16:11:21	7,39	6-Ago-20	16:11:21	7,17
4-Ago-20	16:21:21	6,99	5-Ago-20	16:21:21	7,33	6-Ago-20	16:21:21	7,22
4-Ago-20	16:31:21	7,02	5-Ago-20	16:31:21	7,47	6-Ago-20	16:31:21	7,05
4-Ago-20	16:41:21	6,94	5-Ago-20	16:41:21	7,26	6-Ago-20	16:41:21	7,10
4-Ago-20	16:51:21	6,90	5-Ago-20	16:51:21	7,26	6-Ago-20	16:51:21	7,03
4-Ago-20	17:01:21	7,00	5-Ago-20	17:01:21	7,60	6-Ago-20	17:01:21	6,95

Fecha	Hora	pH	Fecha	Hora	pH	Fecha	Hora	pH
7-Ago-20	7:31:07	7,08	8-Ago-20	7:31:07	8,98	9-Ago-20	7:31:07	6,56
7-Ago-20	7:41:07	7,02	8-Ago-20	7:41:07	8,72	9-Ago-20	7:41:07	6,68
7-Ago-20	7:51:07	6,98	8-Ago-20	7:51:07	9,29	9-Ago-20	7:51:07	6,70
7-Ago-20	8:01:07	7,29	8-Ago-20	8:01:07	9,12	9-Ago-20	8:01:07	6,74
7-Ago-20	8:11:07	7,25	8-Ago-20	8:11:07	8,80	9-Ago-20	8:11:07	7,05
7-Ago-20	8:21:07	7,43	8-Ago-20	8:21:07	9,61	9-Ago-20	8:21:07	7,46
7-Ago-20	8:31:07	7,54	8-Ago-20	8:31:07	9,26	9-Ago-20	8:31:07	7,38
7-Ago-20	8:41:07	7,57	8-Ago-20	8:41:07	9,57	9-Ago-20	8:41:07	7,54
7-Ago-20	8:51:07	7,74	8-Ago-20	8:51:07	9,32	9-Ago-20	8:51:07	7,90
7-Ago-20	9:01:07	7,58	8-Ago-20	9:01:07	9,07	9-Ago-20	9:01:07	7,73
7-Ago-20	9:11:07	7,70	8-Ago-20	9:11:07	9,45	9-Ago-20	9:11:07	7,77
7-Ago-20	9:21:07	7,81	8-Ago-20	9:21:07	9,25	9-Ago-20	9:21:07	7,99
7-Ago-20	9:31:07	7,95	8-Ago-20	9:31:07	9,14	9-Ago-20	9:31:07	7,79
7-Ago-20	9:41:07	7,96	8-Ago-20	9:41:07	9,53	9-Ago-20	9:41:07	7,90
7-Ago-20	9:51:07	8,03	8-Ago-20	9:51:07	9,28	9-Ago-20	9:51:07	7,70
7-Ago-20	10:01:07	7,75	8-Ago-20	10:01:07	9,38	9-Ago-20	10:01:07	7,69
7-Ago-20	10:11:07	8,06	8-Ago-20	10:11:07	6,65	9-Ago-20	10:11:07	7,79
7-Ago-20	10:21:07	7,82	8-Ago-20	10:21:07	6,63	9-Ago-20	10:21:07	7,87
7-Ago-20	10:31:07	7,53	8-Ago-20	10:31:07	6,59	9-Ago-20	10:31:07	7,64
7-Ago-20	10:41:07	7,58	8-Ago-20	10:41:07	6,65	9-Ago-20	10:41:07	7,99
7-Ago-20	10:51:07	7,53	8-Ago-20	10:51:07	6,57	9-Ago-20	10:51:07	8,21
7-Ago-20	11:01:07	7,51	8-Ago-20	11:01:07	6,31	9-Ago-20	11:01:07	8,14
7-Ago-20	11:11:07	7,39	8-Ago-20	11:11:07	6,45	9-Ago-20	11:11:07	7,99
7-Ago-20	11:21:07	7,47	8-Ago-20	11:21:07	6,09	9-Ago-20	11:21:07	8,37
7-Ago-20	11:31:07	7,38	8-Ago-20	11:31:07	6,26	9-Ago-20	11:31:07	8,47
7-Ago-20	11:41:07	7,39	8-Ago-20	11:41:07	6,33	9-Ago-20	11:41:07	8,29
7-Ago-20	11:51:07	7,24	8-Ago-20	11:51:07	6,45	9-Ago-20	11:51:07	8,18
7-Ago-20	12:01:07	7,21	8-Ago-20	12:01:07	6,52	9-Ago-20	12:01:07	8,26
7-Ago-20	12:11:07	7,14	8-Ago-20	12:11:07	6,12	9-Ago-20	12:11:07	7,90
7-Ago-20	12:21:07	7,01	8-Ago-20	12:21:07	6,17	9-Ago-20	12:21:07	8,13
7-Ago-20	12:31:07	7,08	8-Ago-20	12:31:07	6,34	9-Ago-20	12:31:07	7,67
7-Ago-20	12:41:07	6,98	8-Ago-20	12:41:07	6,16	9-Ago-20	12:41:07	7,18
7-Ago-20	12:51:07	6,92	8-Ago-20	12:51:07	6,08	9-Ago-20	12:51:07	7,74
7-Ago-20	13:01:07	6,93	8-Ago-20	13:01:07	6,13	9-Ago-20	13:01:07	7,10
7-Ago-20	13:11:21	6,88	8-Ago-20	13:11:21	6,24	9-Ago-20	13:11:21	7,54
7-Ago-20	13:21:21	6,96	8-Ago-20	13:21:21	6,33	9-Ago-20	13:21:21	7,41
7-Ago-20	13:31:21	6,96	8-Ago-20	13:31:21	6,36	9-Ago-20	13:31:21	7,60
7-Ago-20	13:41:21	7,11	8-Ago-20	13:41:21	6,43	9-Ago-20	13:41:21	6,82
7-Ago-20	13:51:21	7,28	8-Ago-20	13:51:21	6,05	9-Ago-20	13:51:21	5,64
7-Ago-20	14:01:21	7,14	8-Ago-20	14:01:21	6,23	9-Ago-20	14:01:21	6,60
7-Ago-20	14:11:21	7,24	8-Ago-20	14:11:21	6,22	9-Ago-20	14:11:21	6,70
7-Ago-20	14:21:21	7,26	8-Ago-20	14:21:21	6,17	9-Ago-20	14:21:21	7,28
7-Ago-20	14:31:21	7,06	8-Ago-20	14:31:21	6,29	9-Ago-20	14:31:21	7,77
7-Ago-20	14:41:21	7,23	8-Ago-20	14:41:21	6,38	9-Ago-20	14:41:21	9,91
7-Ago-20	14:51:21	7,29	8-Ago-20	14:51:21	6,41	9-Ago-20	14:51:21	9,61
7-Ago-20	15:01:21	7,16	8-Ago-20	15:01:21	6,47	9-Ago-20	15:01:21	9,59
7-Ago-20	15:11:21	7,26	8-Ago-20	15:11:21	6,52	9-Ago-20	15:11:21	9,51
7-Ago-20	15:21:21	7,21	8-Ago-20	15:21:21	6,37	9-Ago-20	15:21:21	9,34
7-Ago-20	15:31:21	6,93	8-Ago-20	15:31:21	6,22	9-Ago-20	15:31:21	7,65
7-Ago-20	15:41:21	6,91	8-Ago-20	15:41:21	6,17	9-Ago-20	15:41:21	9,16
7-Ago-20	15:51:21	7,12	8-Ago-20	15:51:21	6,29	9-Ago-20	15:51:21	8,99
7-Ago-20	16:01:21	7,17	8-Ago-20	16:01:21	6,38	9-Ago-20	16:01:21	8,69
7-Ago-20	16:11:21	7,05	8-Ago-20	16:11:21	8,97	9-Ago-20	16:11:21	7,69
7-Ago-20	16:21:21	7,01	8-Ago-20	16:21:21	8,87	9-Ago-20	16:21:21	7,79
7-Ago-20	16:31:21	6,97	8-Ago-20	16:31:21	8,56	9-Ago-20	16:31:21	7,87
7-Ago-20	16:41:21	6,78	8-Ago-20	16:41:21	8,75	9-Ago-20	16:41:21	7,64
7-Ago-20	16:51:21	6,62	8-Ago-20	16:51:21	8,89	9-Ago-20	16:51:21	7,99
7-Ago-20	17:01:21	6,69	8-Ago-20	17:01:21	8,90	9-Ago-20	17:01:21	8,21

Fecha	Hora	pH	Fecha	Hora	pH	Fecha	Hora	pH
10-Ago-20	7:31:07	6,52	11-Ago-20	7:31:07	7,34	12-Ago-20	7:31:07	8,10
10-Ago-20	7:41:07	6,12	11-Ago-20	7:41:07	7,28	12-Ago-20	7:41:07	7,58
10-Ago-20	7:51:07	6,17	11-Ago-20	7:51:07	7,54	12-Ago-20	7:51:07	7,78
10-Ago-20	8:01:07	6,34	11-Ago-20	8:01:07	7,46	12-Ago-20	8:01:07	7,85
10-Ago-20	8:11:07	6,16	11-Ago-20	8:11:07	7,61	12-Ago-20	8:11:07	7,94
10-Ago-20	8:21:07	6,08	11-Ago-20	8:21:07	7,68	12-Ago-20	8:21:07	7,79
10-Ago-20	8:31:07	6,13	11-Ago-20	8:31:07	7,71	12-Ago-20	8:31:07	7,92
10-Ago-20	8:41:07	6,24	11-Ago-20	8:41:07	7,74	12-Ago-20	8:41:07	7,74
10-Ago-20	8:51:07	6,33	11-Ago-20	8:51:07	7,86	12-Ago-20	8:51:07	7,97
10-Ago-20	9:01:07	6,36	11-Ago-20	9:01:07	7,75	12-Ago-20	9:01:07	7,77
10-Ago-20	9:11:07	6,43	11-Ago-20	9:11:07	7,83	12-Ago-20	9:11:07	7,82
10-Ago-20	9:21:07	6,05	11-Ago-20	9:21:07	7,83	12-Ago-20	9:21:07	8,08
10-Ago-20	9:31:07	6,23	11-Ago-20	9:31:07	8,03	12-Ago-20	9:31:07	8,02
10-Ago-20	9:41:07	6,22	11-Ago-20	9:41:07	7,90	12-Ago-20	9:41:07	7,74
10-Ago-20	9:51:07	6,17	11-Ago-20	9:51:07	7,38	12-Ago-20	9:51:07	7,96
10-Ago-20	10:01:07	6,29	11-Ago-20	10:01:07	7,54	12-Ago-20	10:01:07	8,10
10-Ago-20	10:11:07	6,38	11-Ago-20	10:11:07	7,90	12-Ago-20	10:11:07	7,93
10-Ago-20	10:21:07	6,41	11-Ago-20	10:21:07	7,73	12-Ago-20	10:21:07	7,99
10-Ago-20	10:31:07	6,47	11-Ago-20	10:31:07	7,77	12-Ago-20	10:31:07	7,77
10-Ago-20	10:41:07	6,52	11-Ago-20	10:41:07	7,99	12-Ago-20	10:41:07	7,05
10-Ago-20	10:51:07	6,37	11-Ago-20	10:51:07	7,79	12-Ago-20	10:51:07	7,76
10-Ago-20	11:01:07	6,42	11-Ago-20	11:01:07	7,90	12-Ago-20	11:01:07	7,85
10-Ago-20	11:11:07	6,33	11-Ago-20	11:11:07	7,70	12-Ago-20	11:11:07	7,79
10-Ago-20	11:21:07	6,24	11-Ago-20	11:21:07	7,69	12-Ago-20	11:21:07	7,77
10-Ago-20	11:31:07	6,35	11-Ago-20	11:31:07	7,79	12-Ago-20	11:31:07	7,50
10-Ago-20	11:41:07	6,43	11-Ago-20	11:41:07	7,87	12-Ago-20	11:41:07	7,02
10-Ago-20	11:51:07	6,48	11-Ago-20	11:51:07	7,64	12-Ago-20	11:51:07	7,76
10-Ago-20	12:01:07	6,52	11-Ago-20	12:01:07	7,99	12-Ago-20	12:01:07	7,52
10-Ago-20	12:11:07	6,55	11-Ago-20	12:11:07	8,21	12-Ago-20	12:11:07	7,65
10-Ago-20	12:21:07	6,57	11-Ago-20	12:21:07	8,14	12-Ago-20	12:21:07	7,69
10-Ago-20	12:31:07	6,58	11-Ago-20	12:31:07	7,99	12-Ago-20	12:31:07	7,42
10-Ago-20	12:41:07	6,53	11-Ago-20	12:41:07	8,37	12-Ago-20	12:41:07	7,41
10-Ago-20	12:51:07	6,53	11-Ago-20	12:51:07	8,30	12-Ago-20	12:51:07	7,60
10-Ago-20	13:01:07	6,56	11-Ago-20	13:01:07	8,26	12-Ago-20	13:01:07	7,47
10-Ago-20	13:11:21	6,58	11-Ago-20	13:11:21	8,29	12-Ago-20	13:11:21	7,45
10-Ago-20	13:21:21	6,52	11-Ago-20	13:21:21	8,38	12-Ago-20	13:21:21	7,73
10-Ago-20	13:31:21	6,09	11-Ago-20	13:31:21	7,98	12-Ago-20	13:31:21	7,98
10-Ago-20	13:41:21	6,14	11-Ago-20	13:41:21	7,91	12-Ago-20	13:41:21	7,27
10-Ago-20	13:51:21	6,08	11-Ago-20	13:51:21	7,86	12-Ago-20	13:51:21	7,35
10-Ago-20	14:01:21	7,31	11-Ago-20	14:01:21	6,56	12-Ago-20	14:01:21	7,32
10-Ago-20	14:11:21	6,54	11-Ago-20	14:11:21	6,68	12-Ago-20	14:11:21	7,36
10-Ago-20	14:21:21	6,26	11-Ago-20	14:21:21	6,70	12-Ago-20	14:21:21	7,27
10-Ago-20	14:31:21	6,57	11-Ago-20	14:31:21	6,74	12-Ago-20	14:31:21	7,12
10-Ago-20	14:41:21	6,20	11-Ago-20	14:41:21	7,05	12-Ago-20	14:41:21	7,16
10-Ago-20	14:51:21	7,02	11-Ago-20	14:51:21	7,46	12-Ago-20	14:51:21	7,06
10-Ago-20	15:01:21	6,57	11-Ago-20	15:01:21	7,38	12-Ago-20	15:01:21	7,00
10-Ago-20	15:11:21	8,41	11-Ago-20	15:11:21	7,54	12-Ago-20	15:11:21	7,08
10-Ago-20	15:21:21	8,28	11-Ago-20	15:21:21	7,90	12-Ago-20	15:21:21	7,10
10-Ago-20	15:31:21	8,34	11-Ago-20	15:31:21	7,73	12-Ago-20	15:31:21	7,07
10-Ago-20	15:41:21	8,71	11-Ago-20	15:41:21	7,77	12-Ago-20	15:41:21	7,03
10-Ago-20	15:51:21	8,71	11-Ago-20	15:51:21	7,99	12-Ago-20	15:51:21	6,91
10-Ago-20	16:01:21	8,81	11-Ago-20	16:01:21	7,79	12-Ago-20	16:01:21	6,97
10-Ago-20	16:11:21	9,13	11-Ago-20	16:11:21	7,90	12-Ago-20	16:11:21	7,08
10-Ago-20	16:21:21	9,08	11-Ago-20	16:21:21	7,70	12-Ago-20	16:21:21	6,94
10-Ago-20	16:31:21	10,07	11-Ago-20	16:31:21	7,69	12-Ago-20	16:31:21	6,94
10-Ago-20	16:41:21	9,49	11-Ago-20	16:41:21	7,79	12-Ago-20	16:41:21	6,97
10-Ago-20	16:51:21	9,87	11-Ago-20	16:51:21	7,87	12-Ago-20	16:51:21	6,89
10-Ago-20	17:01:21	9,32	11-Ago-20	17:01:21	7,64	12-Ago-20	17:01:21	6,88

Fecha	Hora	pH	Fecha	Hora	pH	Fecha	Hora	pH
13-Ago-20	7:31:07	8,43	14-Ago-20	7:31:07	10,16	15-Ago-20	7:31:07	8,96
13-Ago-20	7:41:07	8,32	14-Ago-20	7:41:07	9,94	15-Ago-20	7:41:07	8,67
13-Ago-20	7:51:07	8,02	14-Ago-20	7:51:07	10,04	15-Ago-20	7:51:07	9,15
13-Ago-20	8:01:07	8,04	14-Ago-20	8:01:07	9,54	15-Ago-20	8:01:07	9,42
13-Ago-20	8:11:07	8,30	14-Ago-20	8:11:07	9,76	15-Ago-20	8:11:07	8,94
13-Ago-20	8:21:07	8,01	14-Ago-20	8:21:07	9,12	15-Ago-20	8:21:07	9,14
13-Ago-20	8:31:33	8,39	14-Ago-20	8:31:07	8,78	15-Ago-20	8:31:07	9,42
13-Ago-20	8:41:33	7,53	14-Ago-20	8:41:07	9,19	15-Ago-20	8:41:07	9,21
13-Ago-20	8:51:33	6,33	14-Ago-20	8:51:07	9,94	15-Ago-20	8:51:07	8,97
13-Ago-20	9:01:33	6,31	14-Ago-20	9:01:07	7,34	15-Ago-20	9:01:07	8,96
13-Ago-20	9:11:33	7,58	14-Ago-20	9:11:07	7,28	15-Ago-20	9:11:07	8,93
13-Ago-20	9:21:33	5,45	14-Ago-20	9:21:07	7,54	15-Ago-20	9:21:07	8,81
13-Ago-20	9:31:33	6,20	14-Ago-20	9:31:07	7,46	15-Ago-20	9:31:07	8,64
13-Ago-20	9:41:33	7,28	14-Ago-20	9:41:07	7,61	15-Ago-20	9:41:07	8,35
13-Ago-20	9:51:33	7,99	14-Ago-20	9:51:07	7,68	15-Ago-20	9:51:07	8,21
13-Ago-20	10:01:33	7,98	14-Ago-20	10:01:07	7,71	15-Ago-20	10:01:07	7,57
13-Ago-20	10:11:33	6,63	14-Ago-20	10:11:07	7,74	15-Ago-20	10:11:07	7,67
13-Ago-20	10:21:33	7,71	14-Ago-20	10:21:07	7,86	15-Ago-20	10:21:07	6,94
13-Ago-20	10:31:33	7,54	14-Ago-20	10:31:07	7,75	15-Ago-20	10:31:07	6,94
13-Ago-20	10:41:33	7,58	14-Ago-20	10:41:07	7,83	15-Ago-20	10:41:07	6,97
13-Ago-20	10:51:33	6,87	14-Ago-20	10:51:07	7,83	15-Ago-20	10:51:07	6,89
13-Ago-20	11:01:33	6,73	14-Ago-20	11:01:07	8,03	15-Ago-20	11:01:07	6,88
13-Ago-20	11:11:33	8,03	14-Ago-20	11:11:07	7,90	15-Ago-20	11:11:07	6,88
13-Ago-20	11:21:33	7,49	14-Ago-20	11:21:07	8,10	15-Ago-20	11:21:07	6,98
13-Ago-20	11:31:33	7,61	14-Ago-20	11:31:07	8,21	15-Ago-20	11:31:07	6,99
13-Ago-20	11:41:07	7,84	14-Ago-20	11:41:07	8,08	15-Ago-20	11:41:07	7,02
13-Ago-20	11:51:07	7,77	14-Ago-20	11:51:07	8,05	15-Ago-20	11:51:07	6,94
13-Ago-20	12:01:07	7,74	14-Ago-20	12:01:07	7,97	15-Ago-20	12:01:07	6,90
13-Ago-20	12:11:07	7,40	14-Ago-20	12:11:07	7,97	15-Ago-20	12:11:07	7,46
13-Ago-20	12:21:07	7,82	14-Ago-20	12:21:07	7,83	15-Ago-20	12:21:07	7,57
13-Ago-20	12:31:07	7,68	14-Ago-20	12:31:07	7,95	15-Ago-20	12:31:07	7,67
13-Ago-20	12:41:07	7,46	14-Ago-20	12:41:07	7,87	15-Ago-20	12:41:07	7,68
13-Ago-20	12:51:07	7,77	14-Ago-20	12:51:07	7,88	15-Ago-20	12:51:07	7,86
13-Ago-20	13:01:07	7,61	14-Ago-20	13:01:07	7,96	15-Ago-20	13:01:07	7,98
13-Ago-20	13:11:21	7,71	14-Ago-20	13:11:21	7,81	15-Ago-20	13:11:21	7,91
13-Ago-20	13:21:21	7,25	14-Ago-20	13:21:21	7,94	15-Ago-20	13:21:21	8,39
13-Ago-20	13:31:21	7,45	14-Ago-20	13:31:21	7,93	15-Ago-20	13:31:21	8,48
13-Ago-20	13:41:21	7,57	14-Ago-20	13:41:21	7,89	15-Ago-20	13:41:21	8,42
13-Ago-20	13:51:21	7,45	14-Ago-20	13:51:21	7,90	15-Ago-20	13:51:21	8,77
13-Ago-20	14:01:21	7,50	14-Ago-20	14:01:21	7,98	15-Ago-20	14:01:21	9,04
13-Ago-20	14:11:21	7,55	14-Ago-20	14:11:21	7,37	15-Ago-20	14:11:21	9,46
13-Ago-20	14:21:21	7,42	14-Ago-20	14:21:21	7,34	15-Ago-20	14:21:21	9,41
13-Ago-20	14:31:21	7,71	14-Ago-20	14:31:21	7,27	15-Ago-20	14:31:21	9,16
13-Ago-20	14:41:21	7,62	14-Ago-20	14:41:21	7,28	15-Ago-20	14:41:33	7,13
13-Ago-20	14:51:21	7,98	14-Ago-20	14:51:21	7,27	15-Ago-20	14:51:33	7,97
13-Ago-20	15:01:21	7,95	14-Ago-20	15:01:21	7,35	15-Ago-20	15:01:33	7,83
13-Ago-20	15:11:21	7,80	14-Ago-20	15:11:21	7,32	15-Ago-20	15:11:33	7,40
13-Ago-20	15:21:21	7,95	14-Ago-20	15:21:21	7,36	15-Ago-20	15:21:33	8,06
13-Ago-20	15:31:21	7,53	14-Ago-20	15:31:21	7,27	15-Ago-20	15:31:33	7,98
13-Ago-20	15:41:21	7,58	14-Ago-20	15:41:21	7,12	15-Ago-20	15:41:33	7,61
13-Ago-20	15:51:21	7,53	14-Ago-20	15:51:21	7,16	15-Ago-20	15:51:33	8,13
13-Ago-20	16:01:21	7,51	14-Ago-20	16:01:21	7,06	15-Ago-20	16:01:33	8,03
13-Ago-20	16:11:21	7,39	14-Ago-20	16:11:21	7,00	15-Ago-20	16:11:33	7,53
13-Ago-20	16:21:21	7,47	14-Ago-20	16:21:21	7,08	15-Ago-20	16:21:33	8,02
13-Ago-20	16:31:21	7,38	14-Ago-20	16:31:21	7,10	15-Ago-20	16:31:33	7,42
13-Ago-20	16:41:21	7,39	14-Ago-20	16:41:21	7,07	15-Ago-20	16:41:33	7,48
13-Ago-20	16:51:21	7,24	14-Ago-20	16:51:21	7,03	15-Ago-20	16:51:33	7,98
13-Ago-20	17:01:21	7,21	14-Ago-20	17:01:21	6,91	15-Ago-20	17:01:33	7,12

Anexo 14: Resultados del instrumento para exactitud del sistema del 1 al 15 de Agosto de 2020

INSTRUMENTO PARA LA EXACTITUD DEL SISTEMA DE NEUTRALIZACIÓN DE PH				
Área:	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)			
Fecha:	01 / Agosto / 2020	Hora de inicio de actividad:	07:31	
Actividad nº:	16	Hora de término de actividad:	17:01	
		Tiempo total de actividad:	9,5 horas (570 minutos)	
Encargado de la actividad:	Roberto			
Descripción de la actividad:	El encargado de la actividad tomará las lecturas de pH visualizadas en el controlador del sistema de neutralización de aguas residuales, también evaluará la exactitud de neutralización durante una jornada laboral.			
Intervalo de tiempo entre mediciones:	10 min		Total de mediciones:	58
Autorizado por:	La empresa en estudio			
Medición	Hora	Señal de referencia	Señal de salida	Margen de error
Nº	hh:mm	us (pH)	es (pH)	us - es (pH)
1	07:31:07	7	7,67	0,67
2	07:41:07	7	7,63	0,63
3	07:51:07	7	7,37	0,37
4	08:01:07	7	7,33	0,33
5	08:11:07	7	7,21	0,21
6	08:21:07	7	7,04	0,04
7	08:31:07	7	6,98	0,02
8	08:41:07	7	7,06	0,06
9	08:51:07	7	7,14	0,14
10	09:01:07	7	7,19	0,19
11	09:11:07	7	7,21	0,21
12	09:21:07	7	7,21	0,21
13	09:31:07	7	7,09	0,09
14	09:41:07	7	7,02	0,02
15	09:51:07	7	7,06	0,06
16	10:01:07	7	7,02	0,02
17	10:11:07	7	7,06	0,06
18	10:21:07	7	7,08	0,08
19	10:31:07	7	6,78	0,22
20	10:41:07	7	6,85	0,15
21	10:51:07	7	6,91	0,09
22	11:01:07	7	6,94	0,06
23	11:11:07	7	6,92	0,08
24	11:21:07	7	6,62	0,38
25	11:31:07	7	6,71	0,29
26	11:41:07	7	6,64	0,36
27	11:51:07	7	6,69	0,31
28	12:01:07	7	6,70	0,30
29	12:11:07	7	6,61	0,39
30	12:21:07	7	6,55	0,45
31	12:31:07	7	6,62	0,38
32	12:41:07	7	6,70	0,30
33	12:51:07	7	6,56	0,44
34	13:01:07	7	6,33	0,67
35	13:11:21	7	6,48	0,52
36	13:21:21	7	6,58	0,42
37	13:31:21	7	6,65	0,35
38	13:41:21	7	6,69	0,31
39	13:51:21	7	6,53	0,47
40	14:01:21	7	6,51	0,49
41	14:11:21	7	6,52	0,48
42	14:21:21	7	6,58	0,42
43	14:31:21	7	6,63	0,37
44	14:41:21	7	6,32	0,68
45	14:51:21	7	6,33	0,67
46	15:01:21	7	6,39	0,61
47	15:11:21	7	6,48	0,52
48	15:21:21	7	6,54	0,46
49	15:31:21	7	6,59	0,41
50	15:41:21	7	6,54	0,46
51	15:51:21	7	6,39	0,61
52	16:01:21	7	6,39	0,61
53	16:11:21	7	6,47	0,53
54	16:21:21	7	6,54	0,46
55	16:31:21	7	6,60	0,4
56	16:41:21	7	6,63	0,37
57	16:51:21	7	6,66	0,34
58	17:01:21	7	6,56	0,44
Promedio: Es = $\frac{\sum_1^n (us - es)}{n}$				0,34

INSTRUMENTO PARA LA EXACTITUD DEL SISTEMA DE NEUTRALIZACIÓN DE PH				
Área:	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)			
Fecha:	02 / Agosto / 2020	Hora de inicio de actividad:	07:31	
Actividad nº:	17	Hora de término de actividad:	17:01	
		Tiempo total de actividad:	9,5 horas (570 minutos)	
Encargado de la actividad:	Roberto			
Descripción de la actividad:	El encargado de la actividad tomará las lecturas de pH visualizadas en el controlador del sistema de neutralización de aguas residuales, también evaluará la exactitud de neutralización durante una jornada laboral.			
Intervalo de tiempo entre mediciones:	10 min		Total de mediciones:	58
Autorizado por:	La empresa en estudio			
Medición	Hora	Señal de referencia	Señal de salida	Margen de error
Nº	hh:mm	us (pH)	es (pH)	us - es (pH)
1	07:31:07	7	6,08	0,92
2	07:41:07	7	6,23	0,77
3	07:51:07	7	6,34	0,66
4	08:01:07	7	6,39	0,61
5	08:11:07	7	6,43	0,57
6	08:21:07	7	6,45	0,55
7	08:31:07	7	6,31	0,69
8	08:41:07	7	6,36	0,64
9	08:51:07	7	6,42	0,58
10	09:01:07	7	6,45	0,55
11	09:11:07	7	6,25	0,75
12	09:21:07	7	6,30	0,70
13	09:31:07	7	6,38	0,62
14	09:41:07	7	6,30	0,70
15	09:51:07	7	6,37	0,63
16	10:01:07	7	6,40	0,6
17	10:11:07	7	6,32	0,68
18	10:21:07	7	6,38	0,62
19	10:31:07	7	6,13	0,87
20	10:41:07	7	6,24	0,76
21	10:51:07	7	6,24	0,76
22	11:01:07	7	6,34	0,66
23	11:11:07	7	6,39	0,61
24	11:21:07	7	6,42	0,58
25	11:31:07	7	6,45	0,55
26	11:41:07	7	6,38	0,62
27	11:51:07	7	6,37	0,63
28	12:01:07	7	6,38	0,62
29	12:11:07	7	6,28	0,72
30	12:21:07	7	6,31	0,69
31	12:31:07	7	6,37	0,63
32	12:41:07	7	6,42	0,58
33	12:51:07	7	5,97	1,03
34	13:01:07	7	6,08	0,92
35	13:11:21	7	6,16	0,84
36	13:21:21	7	6,25	0,75
37	13:31:21	7	6,33	0,67
38	13:41:21	7	6,37	0,63
39	13:51:21	7	6,32	0,68
40	14:01:21	7	6,37	0,63
41	14:11:21	7	6,35	0,65
42	14:21:21	7	6,27	0,73
43	14:31:21	7	6,34	0,66
44	14:41:21	7	6,39	0,61
45	14:51:21	7	6,42	0,58
46	15:01:21	7	6,25	0,75
47	15:11:21	7	6,17	0,83
48	15:21:21	7	6,25	0,75
49	15:31:21	7	6,32	0,68
50	15:41:21	7	5,94	1,06
51	15:51:21	7	5,93	1,07
52	16:01:21	7	6,09	0,91
53	16:11:21	7	6,10	0,9
54	16:21:21	7	6,20	0,8
55	16:31:21	7	6,28	0,72
56	16:41:21	7	6,32	0,68
57	16:51:21	7	6,35	0,65
58	17:01:21	7	6,36	0,64
Promedio: $Es = \frac{\sum_{i=1}^n (lus - es)}{n}$				0,71

INSTRUMENTO PARA LA EXACTITUD DEL SISTEMA DE NEUTRALIZACIÓN DE PH				
Área:	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)			
Fecha:	03 / Agosto / 2020	Hora de inicio de actividad:	07:31	
Actividad nº:	18	Hora de término de actividad:	17:01	
Encargado de la actividad:	Roberto			
Descripción de la actividad:	El encargado de la actividad tomará las lecturas de pH visualizadas en el controlador del sistema de neutralización de aguas residuales, también evaluará la exactitud de neutralización durante una jornada laboral.			
Intervalo de tiempo entre mediciones:	10 min		Total de mediciones:	58
Autorizado por:	La empresa en estudio			
Medición	Hora	Señal de referencia	Señal de salida	Margen de error
Nº	hh:mm	us (pH)	es (pH)	us - es (pH)
1	07:31:07	7	6,68	0,32
2	07:41:07	7	6,75	0,25
3	07:51:07	7	6,76	0,24
4	08:01:07	7	6,78	0,22
5	08:11:07	7	6,83	0,17
6	08:21:07	7	6,36	0,64
7	08:31:07	7	6,53	0,47
8	08:41:07	7	6,72	0,28
9	08:51:07	7	6,81	0,19
10	09:01:07	7	6,78	0,22
11	09:11:07	7	6,86	0,14
12	09:21:07	7	6,95	0,05
13	09:31:07	7	7,04	0,04
14	09:41:07	7	7,07	0,07
15	09:51:07	7	7,19	0,19
16	10:01:07	7	7,22	0,22
17	10:11:07	7	7,18	0,18
18	10:21:07	7	7,22	0,22
19	10:31:07	7	7,28	0,28
20	10:41:07	7	7,26	0,26
21	10:51:07	7	7,23	0,23
22	11:01:07	7	7,33	0,33
23	11:11:07	7	7,16	0,16
24	11:21:07	7	7,23	0,23
25	11:31:07	7	7,21	0,21
26	11:41:07	7	7,22	0,22
27	11:51:07	7	7,27	0,27
28	12:01:07	7	7,22	0,22
29	12:11:07	7	7,20	0,20
30	12:21:07	7	7,15	0,15
31	12:31:07	7	7,25	0,25
32	12:41:07	7	7,20	0,20
33	12:51:07	7	7,17	0,17
34	13:01:07	7	7,24	0,24
35	13:11:21	7	7,23	0,23
36	13:21:21	7	7,23	0,23
37	13:31:21	7	7,16	0,16
38	13:41:21	7	7,24	0,24
39	13:51:21	7	7,18	0,18
40	14:01:21	7	7,24	0,24
41	14:11:21	7	7,32	0,32
42	14:21:21	7	7,25	0,25
43	14:31:21	7	7,33	0,33
44	14:41:21	7	7,29	0,29
45	14:51:21	7	7,43	0,43
46	15:01:21	7	7,39	0,39
47	15:11:21	7	7,22	0,22
48	15:21:21	7	7,32	0,32
49	15:31:21	7	7,30	0,30
50	15:41:21	7	7,17	0,17
51	15:51:21	7	7,08	0,08
52	16:01:21	7	7,25	0,25
53	16:11:21	7	7,35	0,35
54	16:21:21	7	7,37	0,37
55	16:31:21	7	7,28	0,28
56	16:41:21	7	7,24	0,24
57	16:51:21	7	7,15	0,15
58	17:01:21	7	7,40	0,40
Promedio: $Es = \frac{\sum_1^n (us - es)}{n}$				0,24

INSTRUMENTO PARA LA EXACTITUD DEL SISTEMA DE NEUTRALIZACIÓN DE PH				
Área:	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)			
Fecha:	04 / Agosto / 2020	Hora de inicio de actividad:	07:31	
Actividad nº:	19	Hora de término de actividad:	17:01	
		Tiempo total de actividad:	9,5 horas (570 minutos)	
Encargado de la actividad:	Roberto			
Descripción de la actividad:	El encargado de la actividad tomará las lecturas de pH visualizadas en el controlador del sistema de neutralización de aguas residuales, también evaluará la exactitud de neutralización durante una jornada laboral.			
Intervalo de tiempo entre mediciones:	10 min		Total de mediciones:	58
Autorizado por:	La empresa en estudio			
Medición	Hora	Señal de referencia	Señal de salida	Margen de error
Nº	hh:mm	us (pH)	es (pH)	us - es (pH)
1	07:31:07	7	8,35	1,35
2	07:41:07	7	8,24	1,24
3	07:51:07	7	8,29	1,29
4	08:01:07	7	8,31	1,31
5	08:11:07	7	8,16	1,16
6	08:21:07	7	8,15	1,15
7	08:31:07	7	8,11	1,11
8	08:41:07	7	8,06	1,06
9	08:51:07	7	7,84	0,84
10	09:01:07	7	7,88	0,88
11	09:11:07	7	7,85	0,85
12	09:21:07	7	7,67	0,67
13	09:31:07	7	7,71	0,71
14	09:41:07	7	7,59	0,59
15	09:51:07	7	7,51	0,51
16	10:01:07	7	7,44	0,44
17	10:11:07	7	7,38	0,38
18	10:21:07	7	7,30	0,30
19	10:31:07	7	7,35	0,35
20	10:41:07	7	7,34	0,34
21	10:51:07	7	7,35	0,35
22	11:01:07	7	7,30	0,30
23	11:11:07	7	7,31	0,31
24	11:21:07	7	7,33	0,33
25	11:31:07	7	7,30	0,30
26	11:41:07	7	7,26	0,26
27	11:51:07	7	7,37	0,37
28	12:01:07	7	7,34	0,34
29	12:11:07	7	7,27	0,27
30	12:21:07	7	7,28	0,28
31	12:31:07	7	7,27	0,27
32	12:41:07	7	7,35	0,35
33	12:51:07	7	7,32	0,32
34	13:01:07	7	7,36	0,36
35	13:11:21	7	7,27	0,27
36	13:21:21	7	7,12	0,12
37	13:31:21	7	7,16	0,16
38	13:41:21	7	7,06	0,06
39	13:51:21	7	7,00	0,00
40	14:01:21	7	7,08	0,08
41	14:11:21	7	7,10	0,10
42	14:21:21	7	7,07	0,07
43	14:31:21	7	7,03	0,03
44	14:41:21	7	6,91	0,09
45	14:51:21	7	6,97	0,03
46	15:01:21	7	7,08	0,08
47	15:11:21	7	6,94	0,06
48	15:21:21	7	6,94	0,06
49	15:31:21	7	6,97	0,03
50	15:41:21	7	6,89	0,11
51	15:51:21	7	6,88	0,12
52	16:01:21	7	6,88	0,12
53	16:11:21	7	6,98	0,02
54	16:21:21	7	6,99	0,01
55	16:31:21	7	7,02	0,02
56	16:41:21	7	6,94	0,06
57	16:51:21	7	6,90	0,1
58	17:01:21	7	7,00	0,00
Promedio: $Es = \frac{\sum_1^n (lus - es)}{n}$				0,39

INSTRUMENTO PARA LA EXACTITUD DEL SISTEMA DE NEUTRALIZACIÓN DE PH				
Área:	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)			
Fecha:	05 / Agosto / 2020	Hora de inicio de actividad:	07:31	
Actividad nº:	20	Hora de término de actividad:	17:01	
		Tiempo total de actividad:	9,5 horas (570 minutos)	
Encargado de la actividad:	Roberto			
Descripción de la actividad:	El encargado de la actividad tomará las lecturas de pH visualizadas en el controlador del sistema de neutralización de aguas residuales, también evaluará la exactitud de neutralización durante una jornada laboral.			
Intervalo de tiempo entre mediciones:	10 min		Total de mediciones:	58
Autorizado por:	La empresa en estudio			
Medición	Hora	Señal de referencia	Señal de salida	Margen de error
Nº	hh:mm	us (pH)	es (pH)	us - es (pH)
1	07:31:07	7	7,76	0,76
2	07:41:07	7	7,67	0,67
3	07:51:07	7	7,82	0,82
4	08:01:07	7	7,88	0,88
5	08:11:07	7	7,66	0,66
6	08:21:07	7	7,69	0,69
7	08:31:07	7	7,88	0,88
8	08:41:07	7	7,64	0,64
9	08:51:07	7	7,69	0,69
10	09:01:07	7	7,65	0,65
11	09:11:07	7	7,65	0,65
12	09:21:07	7	7,59	0,59
13	09:31:07	7	7,86	0,86
14	09:41:07	7	7,80	0,80
15	09:51:07	7	7,85	0,85
16	10:01:07	7	8,35	1,35
17	10:11:07	7	8,20	1,20
18	10:21:07	7	8,25	1,25
19	10:31:07	7	8,14	1,14
20	10:41:07	7	8,01	1,01
21	10:51:07	7	8,12	1,12
22	11:01:07	7	8,17	1,17
23	11:11:07	7	7,94	0,94
24	11:21:07	7	7,88	0,88
25	11:31:07	7	7,84	0,84
26	11:41:07	7	7,74	0,74
27	11:51:07	7	7,80	0,80
28	12:01:07	7	7,77	0,77
29	12:11:07	7	7,71	0,71
30	12:21:07	7	7,84	0,84
31	12:31:07	7	7,87	0,87
32	12:41:07	7	7,72	0,72
33	12:51:07	7	7,65	0,65
34	13:01:07	7	7,66	0,66
35	13:11:21	7	7,67	0,67
36	13:21:21	7	7,57	0,57
37	13:31:21	7	7,36	0,36
38	13:41:21	7	7,72	0,72
39	13:51:21	7	7,71	0,71
40	14:01:21	7	7,80	0,80
41	14:11:21	7	7,81	0,81
42	14:21:21	7	7,78	0,78
43	14:31:21	7	7,85	0,85
44	14:41:21	7	7,50	0,50
45	14:51:21	7	7,62	0,62
46	15:01:21	7	7,48	0,48
47	15:11:21	7	7,41	0,41
48	15:21:21	7	7,39	0,39
49	15:31:21	7	7,65	0,65
50	15:41:21	7	7,55	0,55
51	15:51:21	7	7,46	0,46
52	16:01:21	7	7,40	0,40
53	16:11:21	7	7,39	0,39
54	16:21:21	7	7,33	0,33
55	16:31:21	7	7,47	0,47
56	16:41:21	7	7,26	0,26
57	16:51:21	7	7,26	0,26
58	17:01:21	7	7,60	0,60
Promedio: $Es = \frac{\sum_1^n (us - es)}{n}$				0,72

INSTRUMENTO PARA LA EXACTITUD DEL SISTEMA DE NEUTRALIZACIÓN DE PH				
Área:	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)			
Fecha:	06 / Agosto / 2020	Hora de inicio de actividad:	07:31	
Actividad nº:	21	Hora de término de actividad:	17:01	
Encargado de la actividad:	Roberto			
Descripción de la actividad:	El encargado de la actividad tomará las lecturas de pH visualizadas en el controlador del sistema de neutralización de aguas residuales, también evaluará la exactitud de neutralización durante una jornada laboral.			
Intervalo de tiempo entre mediciones:	10 min	Total de mediciones:	58	
Autorizado por:	La empresa en estudio			
Medición	Hora	Señal de referencia	Señal de salida	Margen de error
Nº	hh:mm	us (pH)	es (pH)	us - es (pH)
1	07:31:07	7	7,98	0,98
2	07:41:07	7	8,56	1,56
3	07:51:07	7	8,72	1,72
4	08:01:07	7	8,59	1,59
5	08:11:07	7	8,70	1,70
6	08:21:07	7	8,20	1,20
7	08:31:07	7	8,11	1,11
8	08:41:07	7	8,34	1,34
9	08:51:07	7	8,16	1,16
10	09:01:07	7	8,11	1,11
11	09:11:07	7	8,00	1,00
12	09:21:07	7	7,76	0,76
13	09:31:07	7	7,48	0,48
14	09:41:07	7	7,57	0,57
15	09:51:07	7	7,49	0,49
16	10:01:07	7	7,46	0,46
17	10:11:07	7	7,47	0,47
18	10:21:07	7	7,35	0,35
19	10:31:07	7	7,44	0,44
20	10:41:07	7	7,38	0,38
21	10:51:07	7	7,27	0,27
22	11:01:07	7	7,19	0,19
23	11:11:07	7	7,05	0,05
24	11:21:07	7	7,09	0,09
25	11:31:07	7	7,13	0,13
26	11:41:07	7	7,09	0,09
27	11:51:07	7	7,08	0,08
28	12:01:07	7	7,09	0,09
29	12:11:07	7	6,81	0,19
30	12:21:07	7	6,73	0,27
31	12:31:07	7	6,64	0,36
32	12:41:07	7	6,69	0,31
33	12:51:07	7	6,59	0,41
34	13:01:07	7	6,65	0,35
35	13:11:21	7	6,82	0,18
36	13:21:21	7	6,72	0,28
37	13:31:21	7	6,92	0,08
38	13:41:21	7	6,80	0,20
39	13:51:21	7	6,88	0,12
40	14:01:21	7	6,94	0,06
41	14:11:21	7	7,35	0,35
42	14:21:21	7	7,59	0,59
43	14:31:21	7	7,43	0,43
44	14:41:21	7	7,47	0,47
45	14:51:21	7	7,49	0,49
46	15:01:21	7	7,57	0,57
47	15:11:21	7	7,37	0,37
48	15:21:21	7	7,20	0,20
49	15:31:21	7	7,31	0,31
50	15:41:21	7	7,16	0,16
51	15:51:21	7	7,30	0,30
52	16:01:21	7	7,25	0,25
53	16:11:21	7	7,17	0,17
54	16:21:21	7	7,22	0,22
55	16:31:21	7	7,05	0,05
56	16:41:21	7	7,10	0,10
57	16:51:21	7	7,03	0,03
58	17:01:21	7	6,95	0,05
Promedio: Es = $\frac{\sum_1^n (us - es)}{n}$				0,48

INSTRUMENTO PARA LA EXACTITUD DEL SISTEMA DE NEUTRALIZACIÓN DE PH				
Área:	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)			
Fecha:	07 / Agosto / 2020	Hora de inicio de actividad:	07:31	
Actividad nº:	22	Hora de término de actividad:	17:01	
Encargado de la actividad:	Roberto			
Descripción de la actividad:	El encargado de la actividad tomará las lecturas de pH visualizadas en el controlador del sistema de neutralización de aguas residuales, también evaluará la exactitud de neutralización durante una jornada laboral.			
Intervalo de tiempo entre mediciones:	10 min		Total de mediciones:	58
Autorizado por:	La empresa en estudio			
Medición	Hora	Señal de referencia	Señal de salida	Margen de error
Nº	hh:mm	us (pH)	es (pH)	us - es (pH)
1	07:31:07	7	7,08	0,08
2	07:41:07	7	7,02	0,02
3	07:51:07	7	6,98	0,02
4	08:01:07	7	7,29	0,29
5	08:11:07	7	7,25	0,25
6	08:21:07	7	7,43	0,43
7	08:31:07	7	7,54	0,54
8	08:41:07	7	7,57	0,57
9	08:51:07	7	7,74	0,74
10	09:01:07	7	7,58	0,58
11	09:11:07	7	7,70	0,7
12	09:21:07	7	7,81	0,81
13	09:31:07	7	7,95	0,95
14	09:41:07	7	7,96	0,96
15	09:51:07	7	8,03	1,03
16	10:01:07	7	7,75	0,75
17	10:11:07	7	8,06	1,06
18	10:21:07	7	7,82	0,82
19	10:31:07	7	7,53	0,53
20	10:41:07	7	7,58	0,58
21	10:51:07	7	7,53	0,53
22	11:01:07	7	7,51	0,51
23	11:11:07	7	7,39	0,39
24	11:21:07	7	7,47	0,47
25	11:31:07	7	7,38	0,38
26	11:41:07	7	7,39	0,39
27	11:51:07	7	7,24	0,24
28	12:01:07	7	7,21	0,21
29	12:11:07	7	7,14	0,14
30	12:21:07	7	7,01	0,01
31	12:31:07	7	7,08	0,08
32	12:41:07	7	6,98	0,02
33	12:51:07	7	6,92	0,08
34	13:01:07	7	6,93	0,07
35	13:11:21	7	6,88	0,12
36	13:21:21	7	6,96	0,04
37	13:31:21	7	6,96	0,04
38	13:41:21	7	7,11	0,11
39	13:51:21	7	7,28	0,28
40	14:01:21	7	7,14	0,14
41	14:11:21	7	7,24	0,24
42	14:21:21	7	7,26	0,26
43	14:31:21	7	7,06	0,06
44	14:41:21	7	7,23	0,23
45	14:51:21	7	7,29	0,29
46	15:01:21	7	7,16	0,16
47	15:11:21	7	7,26	0,26
48	15:21:21	7	7,21	0,21
49	15:31:21	7	6,93	0,07
50	15:41:21	7	6,91	0,09
51	15:51:21	7	7,12	0,12
52	16:01:21	7	7,17	0,17
53	16:11:21	7	7,05	0,05
54	16:21:21	7	7,01	0,01
55	16:31:21	7	6,97	0,03
56	16:41:21	7	6,78	0,22
57	16:51:21	7	6,62	0,38
58	17:01:21	7	6,69	0,31
Promedio: $Es = \frac{\sum_{i=1}^n (us - es)}{n}$				0,33

INSTRUMENTO PARA LA EXACTITUD DEL SISTEMA DE NEUTRALIZACIÓN DE PH				
Área:	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)			
Fecha:	08 / Agosto / 2020	Hora de inicio de actividad:	07:31	
Actividad nº:	23	Hora de término de actividad:	17:01	
Encargado de la actividad:	Roberto			
Descripción de la actividad:	El encargado de la actividad tomará las lecturas de pH visualizadas en el controlador del sistema de neutralización de aguas residuales, también evaluará la exactitud de neutralización durante una jornada laboral.			
Intervalo de tiempo entre mediciones:	10 min		Total de mediciones:	58
Autorizado por:	La empresa en estudio			
Medición	Hora	Señal de referencia	Señal de salida	Margen de error
Nº	hh:mm	us (pH)	es (pH)	us - es (pH)
1	07:31:07	7	8,98	1,98
2	07:41:07	7	8,72	1,72
3	07:51:07	7	9,29	2,29
4	08:01:07	7	9,12	2,12
5	08:11:07	7	8,80	1,80
6	08:21:07	7	9,61	2,61
7	08:31:07	7	9,26	2,26
8	08:41:07	7	9,57	2,57
9	08:51:07	7	9,32	2,32
10	09:01:07	7	9,07	2,07
11	09:11:07	7	9,45	2,45
12	09:21:07	7	9,25	2,25
13	09:31:07	7	9,14	2,14
14	09:41:07	7	9,53	2,53
15	09:51:07	7	9,28	2,28
16	10:01:07	7	9,38	2,38
17	10:11:07	7	6,65	0,35
18	10:21:07	7	6,63	0,37
19	10:31:07	7	6,59	0,41
20	10:41:07	7	6,65	0,35
21	10:51:07	7	6,57	0,43
22	11:01:07	7	6,31	0,69
23	11:11:07	7	6,45	0,55
24	11:21:07	7	6,09	0,91
25	11:31:07	7	6,26	0,74
26	11:41:07	7	6,33	0,67
27	11:51:07	7	6,45	0,55
28	12:01:07	7	6,52	0,48
29	12:11:07	7	6,12	0,88
30	12:21:07	7	6,17	0,83
31	12:31:07	7	6,34	0,66
32	12:41:07	7	6,16	0,84
33	12:51:07	7	6,08	0,92
34	13:01:07	7	6,13	0,87
35	13:11:21	7	6,24	0,76
36	13:21:21	7	6,33	0,67
37	13:31:21	7	6,36	0,64
38	13:41:21	7	6,43	0,57
39	13:51:21	7	6,05	0,95
40	14:01:21	7	6,23	0,77
41	14:11:21	7	6,22	0,78
42	14:21:21	7	6,17	0,83
43	14:31:21	7	6,29	0,71
44	14:41:21	7	6,38	0,62
45	14:51:21	7	6,41	0,59
46	15:01:21	7	6,47	0,53
47	15:11:21	7	6,52	0,48
48	15:21:21	7	6,37	0,63
49	15:31:21	7	6,22	0,78
50	15:41:21	7	6,17	0,83
51	15:51:21	7	6,29	0,71
52	16:01:21	7	6,38	0,62
53	16:11:21	7	8,97	1,97
54	16:21:21	7	8,87	1,87
55	16:31:21	7	8,56	1,56
56	16:41:21	7	8,75	1,75
57	16:51:21	7	8,89	1,89
58	17:01:21	7	8,90	1,90
Promedio: $Es = \frac{\sum_{i=1}^n (us - es)}{n}$				1,22

INSTRUMENTO PARA LA EXACTITUD DEL SISTEMA DE NEUTRALIZACIÓN DE PH				
Área:	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)			
Fecha:	09 / Agosto / 2020	Hora de inicio de actividad:	07:31	
Actividad nº:	24	Hora de término de actividad:	17:01	
Encargado de la actividad:	Roberto			
Descripción de la actividad:	El encargado de la actividad tomará las lecturas de pH visualizadas en el controlador del sistema de neutralización de aguas residuales, también evaluará la exactitud de neutralización durante una jornada laboral.			
Intervalo de tiempo entre mediciones:	10 min		Total de mediciones:	58
Autorizado por:	La empresa en estudio			
Medición	Hora	Señal de referencia	Señal de salida	Margen de error
Nº	hh:mm	us (pH)	es (pH)	us - es (pH)
1	07:31:07	7	6,56	0,44
2	07:41:07	7	6,68	0,32
3	07:51:07	7	6,70	0,30
4	08:01:07	7	6,74	0,26
5	08:11:07	7	7,05	0,05
6	08:21:07	7	7,46	0,46
7	08:31:07	7	7,38	0,38
8	08:41:07	7	7,54	0,54
9	08:51:07	7	7,90	0,90
10	09:01:07	7	7,73	0,73
11	09:11:07	7	7,77	0,77
12	09:21:07	7	7,99	0,99
13	09:31:07	7	7,79	0,79
14	09:41:07	7	7,90	0,90
15	09:51:07	7	7,70	0,70
16	10:01:07	7	7,69	0,69
17	10:11:07	7	7,79	0,79
18	10:21:07	7	7,87	0,87
19	10:31:07	7	7,64	0,64
20	10:41:07	7	7,99	0,99
21	10:51:07	7	8,21	1,21
22	11:01:07	7	8,14	1,14
23	11:11:07	7	7,99	0,99
24	11:21:07	7	8,37	1,37
25	11:31:07	7	8,47	1,47
26	11:41:07	7	8,29	1,29
27	11:51:07	7	8,18	1,18
28	12:01:07	7	8,26	1,26
29	12:11:07	7	7,90	0,90
30	12:21:07	7	8,13	1,13
31	12:31:07	7	7,67	0,67
32	12:41:07	7	7,18	0,18
33	12:51:07	7	7,74	0,74
34	13:01:07	7	7,10	0,10
35	13:11:21	7	7,54	0,54
36	13:21:21	7	7,41	0,41
37	13:31:21	7	7,60	0,60
38	13:41:21	7	6,82	0,18
39	13:51:21	7	5,64	1,36
40	14:01:21	7	6,60	0,40
41	14:11:21	7	6,70	0,30
42	14:21:21	7	7,28	0,28
43	14:31:21	7	7,77	0,77
44	14:41:21	7	9,91	2,91
45	14:51:21	7	9,61	2,61
46	15:01:21	7	9,59	2,59
47	15:11:21	7	9,51	2,51
48	15:21:21	7	9,34	2,34
49	15:31:21	7	7,65	0,65
50	15:41:21	7	9,16	2,16
51	15:51:21	7	8,99	1,99
52	16:01:21	7	8,69	1,69
53	16:11:21	7	7,69	0,69
54	16:21:21	7	7,79	0,79
55	16:31:21	7	7,87	0,87
56	16:41:21	7	7,64	0,64
57	16:51:21	7	7,99	0,99
58	17:01:21	7	8,21	1,21
Promedio: $Es = \frac{\sum_1^n (lus - es)}{n}$				0,96

INSTRUMENTO PARA LA EXACTITUD DEL SISTEMA DE NEUTRALIZACIÓN DE PH				
Área:	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)			
Fecha:	10/ Agosto / 2020	Hora de inicio de actividad:	07:31	
Actividad nº:	25	Hora de término de actividad:	17:01	
Encargado de la actividad:	Roberto			
Descripción de la actividad:	El encargado de la actividad tomará las lecturas de pH visualizadas en el controlador del sistema de neutralización de aguas residuales, también evaluará la exactitud de neutralización durante una jornada laboral.			
Intervalo de tiempo entre mediciones:	10 min	Total de mediciones:	58	
Autorizado por:	La empresa en estudio			
Medición	Hora	Señal de referencia	Señal de salida	Margen de error
Nº	hh:mm	us (pH)	es (pH)	us - es (pH)
1	07:31:07	7	6,52	0,48
2	07:41:07	7	6,12	0,88
3	07:51:07	7	6,17	0,83
4	08:01:07	7	6,34	0,66
5	08:11:07	7	6,16	0,84
6	08:21:07	7	6,08	0,92
7	08:31:07	7	6,13	0,87
8	08:41:07	7	6,24	0,76
9	08:51:07	7	6,33	0,67
10	09:01:07	7	6,36	0,64
11	09:11:07	7	6,43	0,57
12	09:21:07	7	6,05	0,95
13	09:31:07	7	6,23	0,77
14	09:41:07	7	6,22	0,78
15	09:51:07	7	6,17	0,83
16	10:01:07	7	6,29	0,71
17	10:11:07	7	6,38	0,62
18	10:21:07	7	6,41	0,59
19	10:31:07	7	6,47	0,53
20	10:41:07	7	6,52	0,48
21	10:51:07	7	6,37	0,63
22	11:01:07	7	6,42	0,58
23	11:11:07	7	6,33	0,67
24	11:21:07	7	6,24	0,76
25	11:31:07	7	6,35	0,65
26	11:41:07	7	6,43	0,57
27	11:51:07	7	6,48	0,52
28	12:01:07	7	6,52	0,48
29	12:11:07	7	6,55	0,45
30	12:21:07	7	6,57	0,43
31	12:31:07	7	6,58	0,42
32	12:41:07	7	6,53	0,47
33	12:51:07	7	6,53	0,47
34	13:01:07	7	6,56	0,44
35	13:11:21	7	6,58	0,42
36	13:21:21	7	6,52	0,48
37	13:31:21	7	6,09	0,91
38	13:41:21	7	6,14	0,86
39	13:51:21	7	6,08	0,92
40	14:01:21	7	7,31	0,31
41	14:11:21	7	6,54	0,46
42	14:21:21	7	6,26	0,74
43	14:31:21	7	6,57	0,43
44	14:41:21	7	6,20	0,80
45	14:51:21	7	7,02	0,02
46	15:01:21	7	6,57	0,43
47	15:11:21	7	8,41	1,41
48	15:21:21	7	8,28	1,28
49	15:31:21	7	8,34	1,34
50	15:41:21	7	8,71	1,71
51	15:51:21	7	8,71	1,71
52	16:01:21	7	8,81	1,81
53	16:11:21	7	9,13	2,13
54	16:21:21	7	9,08	2,08
55	16:31:21	7	10,07	3,07
56	16:41:21	7	9,49	2,49
57	16:51:21	7	9,87	2,87
58	17:01:21	7	9,32	2,32
Promedio: $Es = \frac{\sum_1^n (us - es)}{n}$				0,91

INSTRUMENTO PARA LA EXACTITUD DEL SISTEMA DE NEUTRALIZACIÓN DE PH				
Área:	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)			
Fecha:	11 / Agosto / 2020	Hora de inicio de actividad:	07:31	
Actividad nº:	26	Hora de término de actividad:	17:01	
		Tiempo total de actividad:	9,5 horas (570 minutos)	
Encargado de la actividad:	Roberto			
Descripción de la actividad:	El encargado de la actividad tomará las lecturas de pH visualizadas en el controlador del sistema de neutralización de aguas residuales, también evaluará la exactitud de neutralización durante una jornada laboral.			
Intervalo de tiempo entre mediciones:	10 min		Total de mediciones:	58
Autorizado por:	La empresa en estudio			
Medición	Hora	Señal de referencia	Señal de salida	Margen de error
Nº	hh:mm	us (pH)	es (pH)	us - es (pH)
1	07:31:07	7	7,34	0,34
2	07:41:07	7	7,28	0,28
3	07:51:07	7	7,54	0,54
4	08:01:07	7	7,46	0,46
5	08:11:07	7	7,61	0,61
6	08:21:07	7	7,68	0,68
7	08:31:07	7	7,71	0,71
8	08:41:07	7	7,74	0,74
9	08:51:07	7	7,86	0,86
10	09:01:07	7	7,75	0,75
11	09:11:07	7	7,83	0,83
12	09:21:07	7	7,83	0,83
13	09:31:07	7	8,03	1,03
14	09:41:07	7	7,90	0,90
15	09:51:07	7	7,38	0,38
16	10:01:07	7	7,54	0,54
17	10:11:07	7	7,90	0,90
18	10:21:07	7	7,73	0,73
19	10:31:07	7	7,77	0,77
20	10:41:07	7	7,99	0,99
21	10:51:07	7	7,79	0,79
22	11:01:07	7	7,90	0,90
23	11:11:07	7	7,70	0,70
24	11:21:07	7	7,69	0,69
25	11:31:07	7	7,79	0,79
26	11:41:07	7	7,87	0,87
27	11:51:07	7	7,64	0,64
28	12:01:07	7	7,99	0,99
29	12:11:07	7	8,21	1,21
30	12:21:07	7	8,14	1,14
31	12:31:07	7	7,99	0,99
32	12:41:07	7	8,37	1,37
33	12:51:07	7	8,30	1,30
34	13:01:07	7	8,26	1,26
35	13:11:21	7	8,29	1,29
36	13:21:21	7	8,38	1,38
37	13:31:21	7	7,98	0,98
38	13:41:21	7	7,91	0,91
39	13:51:21	7	7,86	0,86
40	14:01:21	7	6,56	0,44
41	14:11:21	7	6,68	0,32
42	14:21:21	7	6,70	0,30
43	14:31:21	7	6,74	0,26
44	14:41:21	7	7,05	0,05
45	14:51:21	7	7,46	0,46
46	15:01:21	7	7,38	0,38
47	15:11:21	7	7,54	0,54
48	15:21:21	7	7,90	0,90
49	15:31:21	7	7,73	0,73
50	15:41:21	7	7,77	0,77
51	15:51:21	7	7,99	0,99
52	16:01:21	7	7,79	0,79
53	16:11:21	7	7,90	0,90
54	16:21:21	7	7,70	0,70
55	16:31:21	7	7,69	0,69
56	16:41:21	7	7,79	0,79
57	16:51:21	7	7,87	0,87
58	17:01:21	7	7,64	0,64
Promedio: $Es = \frac{\sum_1^n (us - es)}{n}$				0,77

INSTRUMENTO PARA LA EXACTITUD DEL SISTEMA DE NEUTRALIZACIÓN DE PH				
Área:	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)			
Fecha:	12 / Agosto / 2020	Hora de inicio de actividad:	07:31	
Actividad nº:	27	Hora de término de actividad:	17:01	
		Tiempo total de actividad:	9,5 horas (570 minutos)	
Encargado de la actividad:	Roberto			
Descripción de la actividad:	El encargado de la actividad tomará las lecturas de pH visualizadas en el controlador del sistema de neutralización de aguas residuales, también evaluará la exactitud de neutralización durante una jornada laboral.			
Intervalo de tiempo entre mediciones:	10 min		Total de mediciones:	58
Autorizado por:	La empresa en estudio			
Medición	Hora	Señal de referencia	Señal de salida	Margen de error
Nº	hh:mm	us (pH)	es (pH)	us - es (pH)
1	07:31:07	7	8,10	1,10
2	07:41:07	7	7,58	0,58
3	07:51:07	7	7,78	0,78
4	08:01:07	7	7,85	0,85
5	08:11:07	7	7,94	0,94
6	08:21:07	7	7,79	0,79
7	08:31:07	7	7,92	0,92
8	08:41:07	7	7,74	0,74
9	08:51:07	7	7,97	0,97
10	09:01:07	7	7,77	0,77
11	09:11:07	7	7,82	0,82
12	09:21:07	7	8,08	1,08
13	09:31:07	7	8,02	1,02
14	09:41:07	7	7,74	0,74
15	09:51:07	7	7,96	0,96
16	10:01:07	7	8,10	1,10
17	10:11:07	7	7,93	0,93
18	10:21:07	7	7,99	0,99
19	10:31:07	7	7,77	0,77
20	10:41:07	7	7,05	0,05
21	10:51:07	7	7,76	0,76
22	11:01:07	7	7,85	0,85
23	11:11:07	7	7,79	0,79
24	11:21:07	7	7,77	0,77
25	11:31:07	7	7,50	0,50
26	11:41:07	7	7,02	0,02
27	11:51:07	7	7,76	0,76
28	12:01:07	7	7,52	0,52
29	12:11:07	7	7,65	0,65
30	12:21:07	7	7,69	0,69
31	12:31:07	7	7,42	0,42
32	12:41:07	7	7,41	0,41
33	12:51:07	7	7,60	0,60
34	13:01:07	7	7,47	0,47
35	13:11:21	7	7,45	0,45
36	13:21:21	7	7,73	0,73
37	13:31:21	7	7,98	0,98
38	13:41:21	7	7,27	0,27
39	13:51:21	7	7,35	0,35
40	14:01:21	7	7,32	0,32
41	14:11:21	7	7,36	0,36
42	14:21:21	7	7,27	0,27
43	14:31:21	7	7,12	0,12
44	14:41:21	7	7,16	0,16
45	14:51:21	7	7,06	0,06
46	15:01:21	7	7,00	0,00
47	15:11:21	7	7,08	0,08
48	15:21:21	7	7,10	0,10
49	15:31:21	7	7,07	0,07
50	15:41:21	7	7,03	0,03
51	15:51:21	7	6,91	0,09
52	16:01:21	7	6,97	0,03
53	16:11:21	7	7,08	0,08
54	16:21:21	7	6,94	0,06
55	16:31:21	7	6,94	0,06
56	16:41:21	7	6,97	0,03
57	16:51:21	7	6,89	0,11
58	17:01:21	7	6,88	0,12
Promedio: $Es = \frac{\sum_1^n (lus - es)}{n}$				0,52

INSTRUMENTO PARA LA EXACTITUD DEL SISTEMA DE NEUTRALIZACIÓN DE PH				
Área:	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)			
Fecha:	13 / Agosto / 2020	Hora de inicio de actividad:	07:31	
Actividad nº:	28	Hora de término de actividad:	17:01	
		Tiempo total de actividad:	9,5 horas (570 minutos)	
Encargado de la actividad:	Roberto			
Descripción de la actividad:	El encargado de la actividad tomará las lecturas de pH visualizadas en el controlador del sistema de neutralización de aguas residuales, también evaluará la exactitud de neutralización durante una jornada laboral.			
Intervalo de tiempo entre mediciones:	10 min		Total de mediciones:	58
Autorizado por:	La empresa en estudio			
Medición	Hora	Señal de referencia	Señal de salida	Margen de error
Nº	hh:mm	us (pH)	es (pH)	us - es (pH)
1	07:31:07	7	8,43	1,43
2	07:41:07	7	8,32	1,32
3	07:51:07	7	8,02	1,02
4	08:01:07	7	8,04	1,04
5	08:11:07	7	8,30	1,30
6	08:21:07	7	8,01	1,01
7	08:31:07	7	8,39	1,39
8	08:41:07	7	7,53	0,53
9	08:51:07	7	6,33	0,67
10	09:01:07	7	6,31	0,60
11	09:11:07	7	7,58	0,58
12	09:21:07	7	5,45	1,55
13	09:31:07	7	6,20	0,80
14	09:41:07	7	7,28	0,28
15	09:51:07	7	7,99	0,99
16	10:01:07	7	7,98	0,98
17	10:11:07	7	6,63	0,37
18	10:21:07	7	7,71	0,71
19	10:31:07	7	7,54	0,54
20	10:41:07	7	7,58	0,58
21	10:51:07	7	6,87	0,13
22	11:01:07	7	6,73	0,27
23	11:11:07	7	8,03	1,03
24	11:21:07	7	7,49	0,49
25	11:31:07	7	7,61	0,61
26	11:41:07	7	7,84	0,84
27	11:51:07	7	7,77	0,77
28	12:01:07	7	7,74	0,74
29	12:11:07	7	7,40	0,40
30	12:21:07	7	7,82	0,82
31	12:31:07	7	7,68	0,68
32	12:41:07	7	7,46	0,46
33	12:51:07	7	7,77	0,77
34	13:01:07	7	7,61	0,61
35	13:11:21	7	7,71	0,71
36	13:21:21	7	7,25	0,25
37	13:31:21	7	7,45	0,45
38	13:41:21	7	7,57	0,57
39	13:51:21	7	7,45	0,45
40	14:01:21	7	7,50	0,50
41	14:11:21	7	7,55	0,55
42	14:21:21	7	7,42	0,42
43	14:31:21	7	7,71	0,71
44	14:41:21	7	7,62	0,62
45	14:51:21	7	7,98	0,98
46	15:01:21	7	7,95	0,95
47	15:11:21	7	7,80	0,80
48	15:21:21	7	7,95	0,95
49	15:31:21	7	7,53	0,53
50	15:41:21	7	7,58	0,58
51	15:51:21	7	7,53	0,53
52	16:01:21	7	7,51	0,51
53	16:11:21	7	7,39	0,39
54	16:21:21	7	7,47	0,47
55	16:31:21	7	7,38	0,38
56	16:41:21	7	7,39	0,39
57	16:51:21	7	7,24	0,24
58	17:01:21	7	7,21	0,21
Promedio: $Es = \frac{\sum_1^n (lus - es)}{n}$				0,68

INSTRUMENTO PARA LA EXACTITUD DEL SISTEMA DE NEUTRALIZACIÓN DE PH				
Área:	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)			
Fecha:	14 / Agosto / 2020	Hora de inicio de actividad:	07:31	
Actividad nº:	29	Hora de término de actividad:	17:01	
Encargado de la actividad:	Roberto			
Descripción de la actividad:	El encargado de la actividad tomará las lecturas de pH visualizadas en el controlador del sistema de neutralización de aguas residuales, también evaluará la exactitud de neutralización durante una jornada laboral.			
Intervalo de tiempo entre mediciones:	10 min		Total de mediciones:	58
Autorizado por:	La empresa en estudio			
Medición	Hora	Señal de referencia	Señal de salida	Margen de error
Nº	hh:mm	us (pH)	es (pH)	us - es (pH)
1	07:31:07	7	10,16	3,16
2	07:41:07	7	9,94	2,94
3	07:51:07	7	10,04	3,04
4	08:01:07	7	9,54	2,54
5	08:11:07	7	9,76	2,76
6	08:21:07	7	9,12	2,12
7	08:31:07	7	8,78	1,78
8	08:41:07	7	9,19	2,19
9	08:51:07	7	9,94	2,94
10	09:01:07	7	7,34	0,34
11	09:11:07	7	7,28	0,28
12	09:21:07	7	7,54	0,54
13	09:31:07	7	7,46	0,46
14	09:41:07	7	7,61	0,61
15	09:51:07	7	7,68	0,68
16	10:01:07	7	7,71	0,71
17	10:11:07	7	7,74	0,74
18	10:21:07	7	7,86	0,86
19	10:31:07	7	7,75	0,75
20	10:41:07	7	7,83	0,83
21	10:51:07	7	7,83	0,83
22	11:01:07	7	8,03	1,03
23	11:11:07	7	7,90	0,90
24	11:21:07	7	8,10	1,10
25	11:31:07	7	8,21	1,21
26	11:41:07	7	8,08	1,08
27	11:51:07	7	8,05	1,05
28	12:01:07	7	7,97	0,97
29	12:11:07	7	7,97	0,97
30	12:21:07	7	7,83	0,83
31	12:31:07	7	7,95	0,95
32	12:41:07	7	7,87	0,87
33	12:51:07	7	7,88	0,88
34	13:01:07	7	7,96	0,96
35	13:11:21	7	7,81	0,81
36	13:21:21	7	7,94	0,94
37	13:31:21	7	7,93	0,93
38	13:41:21	7	7,89	0,89
39	13:51:21	7	7,90	0,90
40	14:01:21	7	7,98	0,98
41	14:11:21	7	7,37	0,37
42	14:21:21	7	7,34	0,34
43	14:31:21	7	7,27	0,27
44	14:41:21	7	7,28	0,28
45	14:51:21	7	7,27	0,27
46	15:01:21	7	7,35	0,35
47	15:11:21	7	7,32	0,32
48	15:21:21	7	7,36	0,36
49	15:31:21	7	7,27	0,27
50	15:41:21	7	7,12	0,12
51	15:51:21	7	7,16	0,16
52	16:01:21	7	7,06	0,06
53	16:11:21	7	7,00	0,00
54	16:21:21	7	7,08	0,08
55	16:31:21	7	7,10	0,10
56	16:41:21	7	7,07	0,07
57	16:51:21	7	7,03	0,03
58	17:01:21	7	6,91	0,09
Promedio: $Es = \frac{\sum_1^n (us - es)}{n}$				0,91

INSTRUMENTO PARA LA EXACTITUD DEL SISTEMA DE NEUTRALIZACIÓN DE PH				
Área:	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)			
Fecha:	15 / Agosto / 2020	Hora de inicio de actividad:	07:31	
Actividad nº:	30	Hora de término de actividad:	17:01	
Encargado de la actividad:	Roberto			
Descripción de la actividad:	El encargado de la actividad tomará las lecturas de pH visualizadas en el controlador del sistema de neutralización de aguas residuales, también evaluará la exactitud de neutralización durante una jornada laboral.			
Intervalo de tiempo entre mediciones:	10 min		Total de mediciones:	58
Autorizado por:	La empresa en estudio			
Medición	Hora	Señal de referencia	Señal de salida	Margen de error
Nº	hh:mm	us (pH)	es (pH)	us - es (pH)
1	07:31:07	7	8,96	1,96
2	07:41:07	7	8,67	1,67
3	07:51:07	7	9,15	2,15
4	08:01:07	7	9,42	2,42
5	08:11:07	7	8,94	1,94
6	08:21:07	7	9,14	2,14
7	08:31:07	7	9,42	2,42
8	08:41:07	7	9,21	2,21
9	08:51:07	7	8,97	1,97
10	09:01:07	7	8,96	1,96
11	09:11:07	7	8,93	1,93
12	09:21:07	7	8,81	1,81
13	09:31:07	7	8,64	1,64
14	09:41:07	7	8,35	1,35
15	09:51:07	7	8,21	1,21
16	10:01:07	7	7,57	0,57
17	10:11:07	7	7,67	0,67
18	10:21:07	7	6,94	0,06
19	10:31:07	7	6,94	0,06
20	10:41:07	7	6,97	0,03
21	10:51:07	7	6,89	0,11
22	11:01:07	7	6,88	0,12
23	11:11:07	7	6,88	0,12
24	11:21:07	7	6,98	0,02
25	11:31:07	7	6,99	0,01
26	11:41:07	7	7,02	0,02
27	11:51:07	7	6,94	0,06
28	12:01:07	7	6,90	0,10
29	12:11:07	7	7,46	0,46
30	12:21:07	7	7,57	0,57
31	12:31:07	7	7,67	0,67
32	12:41:07	7	7,68	0,68
33	12:51:07	7	7,86	0,86
34	13:01:07	7	7,98	0,98
35	13:11:21	7	7,91	0,91
36	13:21:21	7	8,39	1,39
37	13:31:21	7	8,48	1,48
38	13:41:21	7	8,42	1,42
39	13:51:21	7	8,77	1,77
40	14:01:21	7	9,04	2,04
41	14:11:21	7	9,46	2,46
42	14:21:21	7	9,41	2,41
43	14:31:21	7	9,16	2,16
44	14:41:21	7	7,13	0,13
45	14:51:21	7	7,97	0,97
46	15:01:21	7	7,83	0,83
47	15:11:21	7	7,40	0,40
48	15:21:21	7	8,06	1,06
49	15:31:21	7	7,98	0,98
50	15:41:21	7	7,61	0,61
51	15:51:21	7	8,13	1,13
52	16:01:21	7	8,03	1,03
53	16:11:21	7	7,53	0,53
54	16:21:21	7	8,02	1,02
55	16:31:21	7	7,42	0,42
56	16:41:21	7	7,48	0,48
57	16:51:21	7	7,98	0,98
58	17:01:21	7	7,12	0,12
Promedio: $Es = \frac{\sum_1^n (us - es)}{n}$				1,06

Anexo 15: Resultados del instrumento para exactitud del sistema del 1 al 15 de Agosto de 2020

INSTRUMENTO PARA LA EFICACIA DEL SISTEMA DE NEUTRALIZACIÓN DE PH						
Área:	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)					
Fecha:	01 / Agosto / 2020	Hora de inicio de actividad:		07:31		
		Hora de término de actividad:		17:01		
		Tiempo total disponible:		9,5 horas (570 minutos)		
Actividad n°:	16	Rango objetivo de pH:	mínimo:	6	máximo:	8
Encargado de la actividad:		Roberto				
Descripción de la actividad:	El encargado de la actividad recopilará las lecturas de pH dadas por el controlador, estas lecturas se validarán si están o no en el rango de pH establecido por la empresa.					
Intervalo de tiempo entre mediciones:		10 minutos		Total de mediciones (Tm):		58
Autorizado por:		La empresa en estudio				
Medición	Hora	Lectura de PH		¿La Lectura se encuentra en el rango de 6 a 8? SI/NO		
Nº	hh:mm					
1	07:31:07	7,67		Sí		
2	07:41:07	7,63		Sí		
3	07:51:07	7,37		Sí		
4	08:01:07	7,33		Sí		
5	08:11:07	7,21		Sí		
6	08:21:07	7,04		Sí		
7	08:31:07	6,98		Sí		
8	08:41:07	7,06		Sí		
9	08:51:07	7,14		Sí		
10	09:01:07	7,19		Sí		
11	09:11:07	7,21		Sí		
12	09:21:07	7,21		Sí		
13	09:31:07	7,09		Sí		
14	09:41:07	7,02		Sí		
15	09:51:07	7,06		Sí		
16	10:01:07	7,02		Sí		
17	10:11:07	7,06		Sí		
18	10:21:07	7,08		Sí		
19	10:31:07	6,78		Sí		
20	10:41:07	6,85		Sí		
21	10:51:07	6,91		Sí		
22	11:01:07	6,94		Sí		
23	11:11:07	6,92		Sí		
24	11:21:07	6,62		Sí		
25	11:31:07	6,71		Sí		
26	11:41:07	6,64		Sí		
27	11:51:07	6,69		Sí		
28	12:01:07	6,70		Sí		
29	12:11:07	6,61		Sí		
30	12:21:07	6,55		Sí		
31	12:31:07	6,62		Sí		
32	12:41:07	6,70		Sí		
33	12:51:07	6,56		Sí		
34	13:01:07	6,33		Sí		
35	13:11:21	6,48		Sí		
36	13:21:21	6,58		Sí		
37	13:31:21	6,65		Sí		
38	13:41:21	6,69		Sí		
39	13:51:21	6,53		Sí		
40	14:01:21	6,51		Sí		
41	14:11:21	6,52		Sí		
42	14:21:21	6,58		Sí		
43	14:31:21	6,63		Sí		
44	14:41:21	6,32		Sí		
45	14:51:21	6,33		Sí		
46	15:01:21	6,39		Sí		
47	15:11:21	6,48		Sí		
48	15:21:21	6,54		Sí		
49	15:31:21	6,59		Sí		
50	15:41:21	6,54		Sí		
51	15:51:21	6,39		Sí		
52	16:01:21	6,39		Sí		
53	16:11:21	6,47		Sí		
54	16:21:21	6,54		Sí		
55	16:31:21	6,60		Sí		
56	16:41:21	6,63		Sí		
57	16:51:21	6,66		Sí		
58	17:01:21	6,56		Sí		
Nota:	Las lecturas de pH extraídas son previamente analizadas por el controlador, con el algoritmo integrado en su memoria capaz de obtener el valor de pH resultante en el transcurso de cada 10 minutos; por tanto, si la lectura de pH está en el rango de 6 a 8, se considera que todo el intervalo de tiempo haya estado en el rango permitido					
Total de resultados dentro del rango (Ten):				58		
Índice de eficacia: $Efi = \frac{T_{en}}{T_m}$				1,00		

INSTRUMENTO PARA LA EFICACIA DEL SISTEMA DE NEUTRALIZACIÓN DE PH						
Área:	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)					
Fecha:	02 / Agosto / 2020	Hora de inicio de actividad:		07:31		
		Hora de término de actividad:		17:01		
		Tiempo total disponible: 9,5 horas (570 minutos)				
Actividad nº:	17	Rango objetivo de pH:	mínimo:	6	máximo:	8
Encargado de la actividad:	Roberto					
Descripción de la actividad:	El encargado de la actividad recopilará las lecturas de pH dadas por el controlador, estas lecturas se validarán si están o no en el rango de pH establecido por la empresa.					
Intervalo de tiempo entre mediciones:	10 minutos			Total de mediciones (Tm):	58	
Autorizado por:	La empresa en estudio					
Medición	Hora	Lectura de PH			¿La Lectura se encuentra en el rango de 6 a 8? SI/NO	
Nº	hh:mm					
1	07:31:07	6,08			Sí	
2	07:41:07	6,23			Sí	
3	07:51:07	6,34			Sí	
4	08:01:07	6,39			Sí	
5	08:11:07	6,43			Sí	
6	08:21:07	6,45			Sí	
7	08:31:07	6,31			Sí	
8	08:41:07	6,36			Sí	
9	08:51:07	6,42			Sí	
10	09:01:07	6,45			Sí	
11	09:11:07	6,25			Sí	
12	09:21:07	6,30			Sí	
13	09:31:07	6,38			Sí	
14	09:41:07	6,30			Sí	
15	09:51:07	6,37			Sí	
16	10:01:07	6,40			Sí	
17	10:11:07	6,32			Sí	
18	10:21:07	6,38			Sí	
19	10:31:07	6,13			Sí	
20	10:41:07	6,24			Sí	
21	10:51:07	6,24			Sí	
22	11:01:07	6,34			Sí	
23	11:11:07	6,39			Sí	
24	11:21:07	6,42			Sí	
25	11:31:07	6,45			Sí	
26	11:41:07	6,38			Sí	
27	11:51:07	6,37			Sí	
28	12:01:07	6,38			Sí	
29	12:11:07	6,28			Sí	
30	12:21:07	6,31			Sí	
31	12:31:07	6,37			Sí	
32	12:41:07	6,42			Sí	
33	12:51:07	5,97			No	
34	13:01:07	6,08			Sí	
35	13:11:21	6,16			Sí	
36	13:21:21	6,25			Sí	
37	13:31:21	6,33			Sí	
38	13:41:21	6,37			Sí	
39	13:51:21	6,32			Sí	
40	14:01:21	6,37			Sí	
41	14:11:21	6,35			Sí	
42	14:21:21	6,27			Sí	
43	14:31:21	6,34			Sí	
44	14:41:21	6,39			Sí	
45	14:51:21	6,42			Sí	
46	15:01:21	6,25			Sí	
47	15:11:21	6,17			Sí	
48	15:21:21	6,25			Sí	
49	15:31:21	6,32			Sí	
50	15:41:21	5,94			Sí	
51	15:51:21	5,93			Sí	
52	16:01:21	6,09			Sí	
53	16:11:21	6,10			Sí	
54	16:21:21	6,20			Sí	
55	16:31:21	6,28			Sí	
56	16:41:21	6,32			Sí	
57	16:51:21	6,35			Sí	
58	17:01:21	6,36			Sí	
Nota:	Las lecturas de pH extraídas son previamente analizadas por el controlador, con el algoritmo integrado en su memoria capaz de obtener el valor de pH resultante en el transcurso de cada 10 minutos; por tanto, si la lectura de pH está en el rango de 6 a 8, se considera que todo el intervalo de tiempo haya estado en el rango permitido					
Total de resultados dentro del rango (Ten):					57	
Índice de eficacia: $Efi = \frac{Ten}{Tm}$					0,98	

INSTRUMENTO PARA LA EFICACIA DEL SISTEMA DE NEUTRALIZACIÓN DE PH						
Área:	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)					
Fecha:	03 / Agosto / 2020	Hora de inicio de actividad:		07:31		
		Hora de término de actividad:		17:01		
		Tiempo total disponible:		9,5 horas (570 minutos)		
Actividad nº:	18	Rango objetivo de pH:	mínimo:	6	máximo:	8
Encargado de la actividad:		Roberto				
Descripción de la actividad:		El encargado de la actividad recopilará las lecturas de pH dadas por el controlador, estas lecturas se validarán si están o no en el rango de pH establecido por la empresa.				
Intervalo de tiempo entre mediciones:		10 minutos		Total de mediciones (Tm):		58
Autorizado por:		La empresa en estudio				
Medición	Hora	Lectura de PH		¿La Lectura se encuentra en el rango de 6 a 8? SI/NO		
Nº	hh:mm					
1	07:31:07	6,68		Sí		
2	07:41:07	6,75		Sí		
3	07:51:07	6,76		Sí		
4	08:01:07	6,78		Sí		
5	08:11:07	6,83		Sí		
6	08:21:07	6,36		Sí		
7	08:31:07	6,53		Sí		
8	08:41:07	6,72		Sí		
9	08:51:07	6,81		Sí		
10	09:01:07	6,78		Sí		
11	09:11:07	6,86		Sí		
12	09:21:07	6,95		Sí		
13	09:31:07	7,04		Sí		
14	09:41:07	7,07		Sí		
15	09:51:07	7,19		Sí		
16	10:01:07	7,22		Sí		
17	10:11:07	7,18		Sí		
18	10:21:07	7,22		Sí		
19	10:31:07	7,28		Sí		
20	10:41:07	7,26		Sí		
21	10:51:07	7,23		Sí		
22	11:01:07	7,33		Sí		
23	11:11:07	7,16		Sí		
24	11:21:07	7,23		Sí		
25	11:31:07	7,21		Sí		
26	11:41:07	7,22		Sí		
27	11:51:07	7,27		Sí		
28	12:01:07	7,22		Sí		
29	12:11:07	7,20		Sí		
30	12:21:07	7,15		Sí		
31	12:31:07	7,25		Sí		
32	12:41:07	7,20		Sí		
33	12:51:07	7,17		Sí		
34	13:01:07	7,24		Sí		
35	13:11:21	7,23		Sí		
36	13:21:21	7,23		Sí		
37	13:31:21	7,16		Sí		
38	13:41:21	7,24		Sí		
39	13:51:21	7,18		Sí		
40	14:01:21	7,24		Sí		
41	14:11:21	7,32		Sí		
42	14:21:21	7,25		Sí		
43	14:31:21	7,33		Sí		
44	14:41:21	7,29		Sí		
45	14:51:21	7,43		Sí		
46	15:01:21	7,39		Sí		
47	15:11:21	7,22		Sí		
48	15:21:21	7,32		Sí		
49	15:31:21	7,30		Sí		
50	15:41:21	7,17		Sí		
51	15:51:21	7,08		Sí		
52	16:01:21	7,25		Sí		
53	16:11:21	7,35		Sí		
54	16:21:21	7,37		Sí		
55	16:31:21	7,28		Sí		
56	16:41:21	7,24		Sí		
57	16:51:21	7,15		Sí		
58	17:01:21	7,40		Sí		
Nota:	Las lecturas de pH extraídas son previamente analizadas por el controlador, con el algoritmo integrado en su memoria capaz de obtener el valor de pH resultante en el transcurso de cada 10 minutos; por tanto, si la lectura de pH está en el rango de 6 a 8, se considera que todo el intervalo de tiempo haya estado en el rango permitido					
Total de resultados dentro del rango (Ten):				58		
Índice de eficacia: $Efi = \frac{Ten}{Tm}$				1,00		

INSTRUMENTO PARA LA EFICACIA DEL SISTEMA DE NEUTRALIZACIÓN DE PH						
Área:	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)					
Fecha:	04 / Agosto / 2020	Hora de inicio de actividad:		07:31		
		Hora de término de actividad:		17:01		
		Tiempo total disponible:		9,5 horas (570 minutos)		
Actividad nº:	19	Rango objetivo de pH:	mínimo:	6	máximo:	8
Encargado de la actividad:		Roberto				
Descripción de la actividad:		El encargado de la actividad recopilará las lecturas de pH dadas por el controlador, estas lecturas se validarán si están o no en el rango de pH establecido por la empresa.				
Intervalo de tiempo entre mediciones:		10 minutos		Total de mediciones (Tm):		58
Autorizado por:		La empresa en estudio				
Medición	Hora	Lectura de PH		¿La Lectura se encuentra en el rango de 6 a 8? SI/NO		
Nº	hh:mm					
1	07:31:07	8,35		No		
2	07:41:07	8,24		No		
3	07:51:07	8,29		No		
4	08:01:07	8,31		No		
5	08:11:07	8,16		No		
6	08:21:07	8,15		No		
7	08:31:07	8,11		No		
8	08:41:07	8,06		No		
9	08:51:07	7,84		Sí		
10	09:01:07	7,88		Sí		
11	09:11:07	7,85		Sí		
12	09:21:07	7,67		Sí		
13	09:31:07	7,71		Sí		
14	09:41:07	7,59		Sí		
15	09:51:07	7,51		Sí		
16	10:01:07	7,44		Sí		
17	10:11:07	7,38		Sí		
18	10:21:07	7,30		Sí		
19	10:31:07	7,35		Sí		
20	10:41:07	7,34		Sí		
21	10:51:07	7,35		Sí		
22	11:01:07	7,30		Sí		
23	11:11:07	7,31		Sí		
24	11:21:07	7,33		Sí		
25	11:31:07	7,30		Sí		
26	11:41:07	7,26		Sí		
27	11:51:07	7,37		Sí		
28	12:01:07	7,34		Sí		
29	12:11:07	7,27		Sí		
30	12:21:07	7,28		Sí		
31	12:31:07	7,27		Sí		
32	12:41:07	7,35		Sí		
33	12:51:07	7,32		Sí		
34	13:01:07	7,36		Sí		
35	13:11:21	7,27		Sí		
36	13:21:21	7,12		Sí		
37	13:31:21	7,16		Sí		
38	13:41:21	7,06		Sí		
39	13:51:21	7,00		Sí		
40	14:01:21	7,08		Sí		
41	14:11:21	7,10		Sí		
42	14:21:21	7,07		Sí		
43	14:31:21	7,03		Sí		
44	14:41:21	6,91		Sí		
45	14:51:21	6,97		Sí		
46	15:01:21	7,08		Sí		
47	15:11:21	6,94		Sí		
48	15:21:21	6,94		Sí		
49	15:31:21	6,97		Sí		
50	15:41:21	6,89		Sí		
51	15:51:21	6,88		Sí		
52	16:01:21	6,88		Sí		
53	16:11:21	6,98		Sí		
54	16:21:21	6,99		Sí		
55	16:31:21	7,02		Sí		
56	16:41:21	6,94		Sí		
57	16:51:21	6,90		Sí		
58	17:01:21	7,00		Sí		
Nota:	Las lecturas de pH extraídas son previamente analizadas por el controlador, con el algoritmo integrado en su memoria capaz de obtener el valor de pH resultante en el transcurso de cada 10 minutos; por tanto, si la lectura de pH está en el rango de 6 a 8, se considera que todo el intervalo de tiempo haya estado en el rango permitido					
Total de resultados dentro del rango (Ten):				50		
Índice de eficacia: $Efi = \frac{T_{en}}{T_m}$				0,86		

INSTRUMENTO PARA LA EFICACIA DEL SISTEMA DE NEUTRALIZACIÓN DE PH						
Área:	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)					
Fecha:	05 / Agosto / 2020	Hora de inicio de actividad:		07:31		
		Hora de término de actividad:		17:01		
		Tiempo total disponible:		9,5 horas (570 minutos)		
Actividad nº:	20	Rango objetivo de pH:	mínimo:	6	máximo:	8
Encargado de la actividad:	Roberto					
Descripción de la actividad:	El encargado de la actividad recopilará las lecturas de pH dadas por el controlador, estas lecturas se validarán si están o no en el rango de pH establecido por la empresa.					
Intervalo de tiempo entre mediciones:	10 minutos			Total de mediciones (Tm):	58	
Autorizado por:	La empresa en estudio					
Medición	Hora	Lectura de PH			¿La Lectura se encuentra en el rango de 6 a 8? SI/NO	
Nº	hh:mm					
1	07:31:07	7,76			Sí	
2	07:41:07	7,67			Sí	
3	07:51:07	7,82			Sí	
4	08:01:07	7,88			Sí	
5	08:11:07	7,66			Sí	
6	08:21:07	7,69			Sí	
7	08:31:07	7,88			Sí	
8	08:41:07	7,64			Sí	
9	08:51:07	7,69			Sí	
10	09:01:07	7,65			Sí	
11	09:11:07	7,65			Sí	
12	09:21:07	7,59			Sí	
13	09:31:07	7,86			Sí	
14	09:41:07	7,80			Sí	
15	09:51:07	7,85			Sí	
16	10:01:07	8,35			No	
17	10:11:07	8,20			No	
18	10:21:07	8,25			No	
19	10:31:07	8,14			No	
20	10:41:07	8,01			No	
21	10:51:07	8,12			No	
22	11:01:07	8,17			No	
23	11:11:07	7,94			Sí	
24	11:21:07	7,88			Sí	
25	11:31:07	7,84			Sí	
26	11:41:07	7,74			Sí	
27	11:51:07	7,80			Sí	
28	12:01:07	7,77			Sí	
29	12:11:07	7,71			Sí	
30	12:21:07	7,84			Sí	
31	12:31:07	7,87			Sí	
32	12:41:07	7,72			Sí	
33	12:51:07	7,65			Sí	
34	13:01:07	7,66			Sí	
35	13:11:21	7,67			Sí	
36	13:21:21	7,57			Sí	
37	13:31:21	7,36			Sí	
38	13:41:21	7,72			Sí	
39	13:51:21	7,71			Sí	
40	14:01:21	7,80			Sí	
41	14:11:21	7,81			Sí	
42	14:21:21	7,78			Sí	
43	14:31:21	7,85			Sí	
44	14:41:21	7,50			Sí	
45	14:51:21	7,62			Sí	
46	15:01:21	7,48			Sí	
47	15:11:21	7,41			Sí	
48	15:21:21	7,39			Sí	
49	15:31:21	7,65			Sí	
50	15:41:21	7,55			Sí	
51	15:51:21	7,46			Sí	
52	16:01:21	7,40			Sí	
53	16:11:21	7,39			Sí	
54	16:21:21	7,33			Sí	
55	16:31:21	7,47			Sí	
56	16:41:21	7,26			Sí	
57	16:51:21	7,26			Sí	
58	17:01:21	7,60			Sí	
Nota:	Las lecturas de pH extraídas son previamente analizadas por el controlador, con el algoritmo integrado en su memoria capaz de obtener el valor de pH resultante en el transcurso de cada 10 minutos; por tanto, si la lectura de pH está en el rango de 6 a 8, se considera que todo el intervalo de tiempo haya estado en el rango permitido					
Total de resultados dentro del rango (Ten):					51	
Índice de eficacia: $Ef = \frac{Ten}{Tm}$					0,88	

INSTRUMENTO PARA LA EFICACIA DEL SISTEMA DE NEUTRALIZACIÓN DE PH						
Área:	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)					
Fecha:	06 / Agosto / 2020	Hora de inicio de actividad:		07:31		
		Hora de término de actividad:		17:01		
		Tiempo total disponible: 9,5 horas (570 minutos)				
Actividad nº:	21	Rango objetivo de pH:	mínimo:	6	máximo:	8
Encargado de la actividad:		Roberto				
Descripción de la actividad:		El encargado de la actividad recopilará las lecturas de pH dadas por el controlador, estas lecturas se validarán si están o no en el rango de pH establecido por la empresa.				
Intervalo de tiempo entre mediciones:		10 minutos		Total de mediciones (Tm):		58
Autorizado por:		La empresa en estudio				
Medición	Hora	Lectura de PH		¿La Lectura se encuentra en el rango de 6 a 8? SI/NO		
Nº	hh:mm					
1	07:31:07	7,98		Sí		
2	07:41:07	8,56		No		
3	07:51:07	8,72		No		
4	08:01:07	8,59		No		
5	08:11:07	8,70		No		
6	08:21:07	8,20		No		
7	08:31:07	8,11		No		
8	08:41:07	8,34		No		
9	08:51:07	8,16		No		
10	09:01:07	8,11		No		
11	09:11:07	8,01		No		
12	09:21:07	7,76		Sí		
13	09:31:07	7,48		Sí		
14	09:41:07	7,57		Sí		
15	09:51:07	7,49		Sí		
16	10:01:07	7,46		Sí		
17	10:11:07	7,47		Sí		
18	10:21:07	7,35		Sí		
19	10:31:07	7,44		Sí		
20	10:41:07	7,38		Sí		
21	10:51:07	7,27		Sí		
22	11:01:07	7,19		Sí		
23	11:11:07	7,05		Sí		
24	11:21:07	7,09		Sí		
25	11:31:07	7,13		Sí		
26	11:41:07	7,09		Sí		
27	11:51:07	7,08		Sí		
28	12:01:07	7,09		Sí		
29	12:11:07	6,81		Sí		
30	12:21:07	6,73		Sí		
31	12:31:07	6,64		Sí		
32	12:41:07	6,69		Sí		
33	12:51:07	6,59		Sí		
34	13:01:07	6,65		Sí		
35	13:11:21	6,82		Sí		
36	13:21:21	6,72		Sí		
37	13:31:21	6,92		Sí		
38	13:41:21	6,80		Sí		
39	13:51:21	6,88		Sí		
40	14:01:21	6,94		Sí		
41	14:11:21	7,35		Sí		
42	14:21:21	7,59		Sí		
43	14:31:21	7,43		Sí		
44	14:41:21	7,47		Sí		
45	14:51:21	7,49		Sí		
46	15:01:21	7,57		Sí		
47	15:11:21	7,37		Sí		
48	15:21:21	7,20		Sí		
49	15:31:21	7,31		Sí		
50	15:41:21	7,16		Sí		
51	15:51:21	7,30		Sí		
52	16:01:21	7,25		Sí		
53	16:11:21	7,17		Sí		
54	16:21:21	7,22		Sí		
55	16:31:21	7,05		Sí		
56	16:41:21	7,10		Sí		
57	16:51:21	7,03		Sí		
58	17:01:21	6,95		Sí		
Nota:	Las lecturas de pH extraídas son previamente analizadas por el controlador, con el algoritmo integrado en su memoria capaz de obtener el valor de pH resultante en el transcurso de cada 10 minutos; por tanto, si la lectura de pH está en el rango de 6 a 8, se considera que todo el intervalo de tiempo haya estado en el rango permitido					
Total de resultados dentro del rango (Ten):				48		
Índice de eficacia: $E_{fi} = \frac{T_{en}}{T_m}$				0,83		

INSTRUMENTO PARA LA EFICACIA DEL SISTEMA DE NEUTRALIZACIÓN DE PH						
Área: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)						
Fecha:	07 / Agosto / 2020	Hora de inicio de actividad:		07:31		
		Hora de término de actividad:		17:01		
		Tiempo total disponible:		9,5 horas (570 minutos)		
Actividad n°:	22	Rango objetivo de pH:	mínimo:	6	máximo:	8
Encargado de la actividad:		Roberto				
Descripción de la actividad:	El encargado de la actividad recopilará las lecturas de pH dadas por el controlador, estas lecturas se validarán si están o no en el rango de pH establecido por la empresa.					
Intervalo de tiempo entre mediciones:		10 minutos		Total de mediciones (Tm):		58
Autorizado por:		La empresa en estudio				
Medición	Hora	Lectura de PH		¿La Lectura se encuentra en el rango de 6 a 8? SI/NO		
Nº	hh:mm					
1	07:31:07	7,08		Sí		
2	07:41:07	7,02		Sí		
3	07:51:07	6,98		Sí		
4	08:01:07	7,29		Sí		
5	08:11:07	7,25		Sí		
6	08:21:07	7,43		Sí		
7	08:31:07	7,54		Sí		
8	08:41:07	7,57		Sí		
9	08:51:07	7,74		Sí		
10	09:01:07	7,58		Sí		
11	09:11:07	7,70		Sí		
12	09:21:07	7,81		Sí		
13	09:31:07	7,95		Sí		
14	09:41:07	7,96		Sí		
15	09:51:07	8,03		No		
16	10:01:07	7,75		Sí		
17	10:11:07	8,06		No		
18	10:21:07	7,82		Sí		
19	10:31:07	7,53		Sí		
20	10:41:07	7,58		Sí		
21	10:51:07	7,53		Sí		
22	11:01:07	7,51		Sí		
23	11:11:07	7,39		Sí		
24	11:21:07	7,47		Sí		
25	11:31:07	7,38		Sí		
26	11:41:07	7,39		Sí		
27	11:51:07	7,24		Sí		
28	12:01:07	7,21		Sí		
29	12:11:07	7,14		Sí		
30	12:21:07	7,01		Sí		
31	12:31:07	7,08		Sí		
32	12:41:07	6,98		Sí		
33	12:51:07	6,92		Sí		
34	13:01:07	6,93		Sí		
35	13:11:21	6,88		Sí		
36	13:21:21	6,96		Sí		
37	13:31:21	6,96		Sí		
38	13:41:21	7,11		Sí		
39	13:51:21	7,28		Sí		
40	14:01:21	7,14		Sí		
41	14:11:21	7,24		Sí		
42	14:21:21	7,26		Sí		
43	14:31:21	7,06		Sí		
44	14:41:21	7,23		Sí		
45	14:51:21	7,29		Sí		
46	15:01:21	7,16		Sí		
47	15:11:21	7,26		Sí		
48	15:21:21	7,21		Sí		
49	15:31:21	6,93		Sí		
50	15:41:21	6,91		Sí		
51	15:51:21	7,12		Sí		
52	16:01:21	7,17		Sí		
53	16:11:21	7,05		Sí		
54	16:21:21	7,01		Sí		
55	16:31:21	6,97		Sí		
56	16:41:21	6,78		Sí		
57	16:51:21	6,62		Sí		
58	17:01:21	6,69		Sí		
Nota:	Las lecturas de pH extraídas son previamente analizadas por el controlador, con el algoritmo integrado en su memoria capaz de obtener el valor de pH resultante en el transcurso de cada 10 minutos; por tanto, si la lectura de pH está en el rango de 6 a 8, se considera que todo el intervalo de tiempo haya estado en el rango permitido					
Total de resultados dentro del rango (Ten):				56		
Índice de eficacia: $Efi = \frac{Ten}{Tm}$				0,97		

INSTRUMENTO PARA LA EFICACIA DEL SISTEMA DE NEUTRALIZACIÓN DE PH						
Área:	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)					
Fecha:	08 / Agosto / 2020	Hora de inicio de actividad:		07:31		
		Hora de término de actividad:		17:01		
		Tiempo total disponible:		9,5 horas (570 minutos)		
Actividad nº:	23	Rango objetivo de pH:	mínimo:	6	máximo:	8
Encargado de la actividad:		Roberto				
Descripción de la actividad:	El encargado de la actividad recopilará las lecturas de pH dadas por el controlador, estas lecturas se validarán si están o no en el rango de pH establecido por la empresa.					
Intervalo de tiempo entre mediciones:		10 minutos		Total de mediciones (Tm):	58	
Autorizado por:		La empresa en estudio				
Medición	Hora	Lectura de PH		¿La Lectura se encuentra en el rango de 6 a 8? SI/NO		
Nº	hh:mm					
1	07:31:07	8,98		No		
2	07:41:07	8,72		No		
3	07:51:07	9,29		No		
4	08:01:07	9,12		No		
5	08:11:07	8,8		No		
6	08:21:07	9,61		No		
7	08:31:07	9,26		No		
8	08:41:07	9,57		No		
9	08:51:07	9,32		No		
10	09:01:07	9,07		No		
11	09:11:07	9,45		No		
12	09:21:07	9,25		No		
13	09:31:07	9,14		No		
14	09:41:07	9,53		No		
15	09:51:07	9,28		No		
16	10:01:07	9,38		No		
17	10:11:07	6,65		Sí		
18	10:21:07	6,63		Sí		
19	10:31:07	6,59		Sí		
20	10:41:07	6,65		Sí		
21	10:51:07	6,57		Sí		
22	11:01:07	6,31		Sí		
23	11:11:07	6,45		Sí		
24	11:21:07	6,09		Sí		
25	11:31:07	6,26		Sí		
26	11:41:07	6,33		Sí		
27	11:51:07	6,45		Sí		
28	12:01:07	6,52		Sí		
29	12:11:07	6,12		Sí		
30	12:21:07	6,17		Sí		
31	12:31:07	6,34		Sí		
32	12:41:07	6,16		Sí		
33	12:51:07	6,08		Sí		
34	13:01:07	6,13		Sí		
35	13:11:21	6,24		Sí		
36	13:21:21	6,33		Sí		
37	13:31:21	6,36		Sí		
38	13:41:21	6,43		Sí		
39	13:51:21	6,05		Sí		
40	14:01:21	6,23		Sí		
41	14:11:21	6,22		Sí		
42	14:21:21	6,17		Sí		
43	14:31:21	6,29		Sí		
44	14:41:21	6,38		Sí		
45	14:51:21	6,41		Sí		
46	15:01:21	6,47		Sí		
47	15:11:21	6,52		Sí		
48	15:21:21	6,37		Sí		
49	15:31:21	6,22		Sí		
50	15:41:21	6,17		Sí		
51	15:51:21	6,29		Sí		
52	16:01:21	6,38		Sí		
53	16:11:21	8,97		No		
54	16:21:21	8,87		No		
55	16:31:21	8,56		No		
56	16:41:21	8,75		No		
57	16:51:21	8,89		No		
58	17:01:21	8,90		No		
Nota:	Las lecturas de pH extraídas son previamente analizadas por el controlador, con el algoritmo integrado en su memoria capaz de obtener el valor de pH resultante en el transcurso de cada 10 minutos; por tanto, si la lectura de pH está en el rango de 6 a 8, se considera que todo el intervalo de tiempo haya estado en el rango permitido					
Total de resultados dentro del rango (Ten):				36		
Índice de eficacia: $Efi = \frac{Ten}{Tm}$				0,62		

INSTRUMENTO PARA LA EFICACIA DEL SISTEMA DE NEUTRALIZACIÓN DE PH						
Área: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)						
Fecha:	09 / Agosto / 2020	Hora de inicio de actividad:		07:31		
		Hora de término de actividad:		17:01		
		Tiempo total disponible: 9,5 horas (570 minutos)				
Actividad nº:	24	Rango objetivo de pH:	mínimo:	6	máximo:	8
Encargado de la actividad:		Roberto				
Descripción de la actividad:	El encargado de la actividad recopilará las lecturas de pH dadas por el controlador, estas lecturas se validarán si están o no en el rango de pH establecido por la empresa.					
Intervalo de tiempo entre mediciones:		10 minutos		Total de mediciones (Tm):		58
Autorizado por:		La empresa en estudio				
Medición	Hora	Lectura de PH			¿La Lectura se encuentra en el rango de 6 a 8? SI/NO	
Nº	hh:mm					
1	07:31:07	6,56			Sí	
2	07:41:07	6,68			Sí	
3	07:51:07	6,70			Sí	
4	08:01:07	6,74			Sí	
5	08:11:07	7,05			Sí	
6	08:21:07	7,46			Sí	
7	08:31:07	7,38			Sí	
8	08:41:07	7,54			Sí	
9	08:51:07	7,90			Sí	
10	09:01:07	7,73			Sí	
11	09:11:07	7,77			Sí	
12	09:21:07	7,99			Sí	
13	09:31:07	7,79			Sí	
14	09:41:07	7,90			Sí	
15	09:51:07	7,70			Sí	
16	10:01:07	7,69			Sí	
17	10:11:07	7,79			Sí	
18	10:21:07	7,87			Sí	
19	10:31:07	7,64			Sí	
20	10:41:07	7,99			Sí	
21	10:51:07	8,21			No	
22	11:01:07	8,14			No	
23	11:11:07	7,99			Sí	
24	11:21:07	8,37			No	
25	11:31:07	8,47			No	
26	11:41:07	8,29			No	
27	11:51:07	8,18			No	
28	12:01:07	8,26			No	
29	12:11:07	7,90			Sí	
30	12:21:07	8,13			No	
31	12:31:07	7,67			Sí	
32	12:41:07	7,18			Sí	
33	12:51:07	7,74			Sí	
34	13:01:07	7,10			Sí	
35	13:11:21	7,54			Sí	
36	13:21:21	7,41			Sí	
37	13:31:21	7,60			Sí	
38	13:41:21	6,82			Sí	
39	13:51:21	5,64			No	
40	14:01:21	6,60			Sí	
41	14:11:21	6,70			Sí	
42	14:21:21	7,28			Sí	
43	14:31:21	7,77			Sí	
44	14:41:21	9,91			No	
45	14:51:21	9,61			No	
46	15:01:21	9,59			No	
47	15:11:21	9,51			No	
48	15:21:21	9,34			No	
49	15:31:21	7,65			Sí	
50	15:41:21	9,16			No	
51	15:51:21	8,99			No	
52	16:01:21	8,69			No	
53	16:11:21	7,69			Sí	
54	16:21:21	7,79			Sí	
55	16:31:21	7,87			Sí	
56	16:41:21	7,64			Sí	
57	16:51:21	7,99			Sí	
58	17:01:21	8,21			No	
Nota:	Las lecturas de pH extraídas son previamente analizadas por el controlador, con el algoritmo integrado en su memoria capaz de obtener el valor de pH resultante en el transcurso de cada 10 minutos; por tanto, si la lectura de pH está en el rango de 6 a 8, se considera que todo el intervalo de tiempo haya estado en el rango permitido					
Total de resultados dentro del rango (Ten):					40	
Índice de eficacia: $Efi = \frac{T_{en}}{T_m}$					0,69	

INSTRUMENTO PARA LA EFICACIA DEL SISTEMA DE NEUTRALIZACIÓN DE PH						
Área:	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)					
Fecha:	10 / Agosto / 2020	Hora de inicio de actividad:		07:31		
		Hora de término de actividad:		17:01		
		Tiempo total disponible: 9,5 horas (570 minutos)				
Actividad nº:	25	Rango objetivo de pH:	mínimo:	6	máximo:	8
Encargado de la actividad:		Roberto				
Descripción de la actividad:	El encargado de la actividad recopilará las lecturas de pH dadas por el controlador, estas lecturas se validarán si están o no en el rango de pH establecido por la empresa.					
Intervalo de tiempo entre mediciones:		10 minutos		Total de mediciones (Tm):		58
Autorizado por:		La empresa en estudio				
Medición	Hora	Lectura de PH		¿La Lectura se encuentra en el rango de 6 a 8? SI/NO		
Nº	hh:mm					
1	07:31:07	6,52		Sí		
2	07:41:07	6,12		Sí		
3	07:51:07	6,17		Sí		
4	08:01:07	6,34		Sí		
5	08:11:07	6,16		Sí		
6	08:21:07	6,08		Sí		
7	08:31:07	6,13		Sí		
8	08:41:07	6,24		Sí		
9	08:51:07	6,33		Sí		
10	09:01:07	6,36		Sí		
11	09:11:07	6,43		Sí		
12	09:21:07	6,05		Sí		
13	09:31:07	6,23		Sí		
14	09:41:07	6,22		Sí		
15	09:51:07	6,17		Sí		
16	10:01:07	6,29		Sí		
17	10:11:07	6,38		Sí		
18	10:21:07	6,41		Sí		
19	10:31:07	6,47		Sí		
20	10:41:07	6,52		Sí		
21	10:51:07	6,37		Sí		
22	11:01:07	6,42		Sí		
23	11:11:07	6,33		Sí		
24	11:21:07	6,24		Sí		
25	11:31:07	6,35		Sí		
26	11:41:07	6,43		Sí		
27	11:51:07	6,48		Sí		
28	12:01:07	6,52		Sí		
29	12:11:07	6,55		Sí		
30	12:21:07	6,57		Sí		
31	12:31:07	6,58		Sí		
32	12:41:07	6,53		Sí		
33	12:51:07	6,53		Sí		
34	13:01:07	6,56		Sí		
35	13:11:21	6,58		Sí		
36	13:21:21	6,52		Sí		
37	13:31:21	6,09		Sí		
38	13:41:21	6,14		Sí		
39	13:51:21	6,08		Sí		
40	14:01:21	7,31		Sí		
41	14:11:21	6,54		Sí		
42	14:21:21	6,26		Sí		
43	14:31:21	6,57		Sí		
44	14:41:21	6,20		Sí		
45	14:51:21	7,02		Sí		
46	15:01:21	6,57		Sí		
47	15:11:21	8,41		No		
48	15:21:21	8,28		No		
49	15:31:21	8,34		No		
50	15:41:21	8,71		No		
51	15:51:21	8,71		No		
52	16:01:21	8,81		No		
53	16:11:21	9,13		No		
54	16:21:21	9,08		No		
55	16:31:21	10,07		No		
56	16:41:21	9,49		No		
57	16:51:21	9,87		No		
58	17:01:21	9,32		No		
Nota:	Las lecturas de pH extraídas son previamente analizadas por el controlador, con el algoritmo integrado en su memoria capaz de obtener el valor de pH resultante en el transcurso de cada 10 minutos; por tanto, si la lectura de pH está en el rango de 6 a 8, se considera que todo el intervalo de tiempo haya estado en el rango permitido					
Total de resultados dentro del rango (Ten):				46		
Índice de eficacia: $Efi = \frac{Ten}{Tm}$				0,79		

INSTRUMENTO PARA LA EFICACIA DEL SISTEMA DE NEUTRALIZACIÓN DE PH						
Área:	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)					
Fecha:	11 / Agosto / 2020	Hora de inicio de actividad:		07:31		
		Hora de término de actividad:		17:01		
		Tiempo total disponible:		9,5 horas (570 minutos)		
Actividad nº:	26	Rango objetivo de pH:	mínimo:	6	máximo:	8
Encargado de la actividad:		Roberto				
Descripción de la actividad:		El encargado de la actividad recopilará las lecturas de pH dadas por el controlador, estas lecturas se validarán si están o no en el rango de pH establecido por la empresa.				
Intervalo de tiempo entre mediciones:		10 minutos		Total de mediciones (Tm):		58
Autorizado por:		La empresa en estudio				
Medición	Hora	Lectura de PH		¿La Lectura se encuentra en el rango de 6 a 8? SI/NO		
Nº	hh:mm					
1	07:31:07	7,34		Sí		
2	07:41:07	7,28		Sí		
3	07:51:07	7,54		Sí		
4	08:01:07	7,46		Sí		
5	08:11:07	7,61		Sí		
6	08:21:07	7,68		Sí		
7	08:31:07	7,71		Sí		
8	08:41:07	7,74		Sí		
9	08:51:07	7,86		Sí		
10	09:01:07	7,75		Sí		
11	09:11:07	7,83		Sí		
12	09:21:07	7,83		Sí		
13	09:31:07	8,03		No		
14	09:41:07	7,90		Sí		
15	09:51:07	7,38		Sí		
16	10:01:07	7,54		Sí		
17	10:11:07	7,90		Sí		
18	10:21:07	7,73		Sí		
19	10:31:07	7,77		Sí		
20	10:41:07	7,99		Sí		
21	10:51:07	7,79		Sí		
22	11:01:07	7,90		Sí		
23	11:11:07	7,70		Sí		
24	11:21:07	7,69		Sí		
25	11:31:07	7,79		Sí		
26	11:41:07	7,87		Sí		
27	11:51:07	7,64		Sí		
28	12:01:07	7,99		Sí		
29	12:11:07	8,21		No		
30	12:21:07	8,14		No		
31	12:31:07	7,99		Sí		
32	12:41:07	8,37		No		
33	12:51:07	8,30		No		
34	13:01:07	8,26		No		
35	13:11:21	8,29		No		
36	13:21:21	8,38		No		
37	13:31:21	7,98		Sí		
38	13:41:21	7,91		Sí		
39	13:51:21	7,86		Sí		
40	14:01:21	6,56		Sí		
41	14:11:21	6,68		Sí		
42	14:21:21	6,70		Sí		
43	14:31:21	6,74		Sí		
44	14:41:21	7,05		Sí		
45	14:51:21	7,46		Sí		
46	15:01:21	7,38		Sí		
47	15:11:21	7,54		Sí		
48	15:21:21	7,90		Sí		
49	15:31:21	7,73		Sí		
50	15:41:21	7,77		Sí		
51	15:51:21	7,99		Sí		
52	16:01:21	7,79		Sí		
53	16:11:21	7,90		Sí		
54	16:21:21	7,70		Sí		
55	16:31:21	7,69		Sí		
56	16:41:21	7,79		Sí		
57	16:51:21	7,87		Sí		
58	17:01:21	7,64		Sí		
Nota:	Las lecturas de pH extraídas son previamente analizadas por el controlador, con el algoritmo integrado en su memoria capaz de obtener el valor de pH resultante en el transcurso de cada 10 minutos; por tanto, si la lectura de pH está en el rango de 6 a 8, se considera que todo el intervalo de tiempo haya estado en el rango permitido					
Total de resultados dentro del rango (Ten):					50	
Índice de eficacia: $Efi = \frac{Ten}{Tm}$					0,86	

INSTRUMENTO PARA LA EFICACIA DEL SISTEMA DE NEUTRALIZACIÓN DE PH						
Área: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)						
Fecha:	12 / Agosto / 2020	Hora de inicio de actividad:		07:31		
		Hora de término de actividad:		17:01		
Tiempo total disponible:		9,5 horas (570 minutos)				
Actividad nº:	27	Rango objetivo de pH:	mínimo:	6	máximo:	8
Encargado de la actividad:		Roberto				
Descripción de la actividad:	El encargado de la actividad recopilará las lecturas de pH dadas por el controlador, estas lecturas se validarán si están o no en el rango de pH establecido por la empresa.					
Intervalo de tiempo entre mediciones:		10 minutos		Total de mediciones (Tm):		58
Autorizado por:		La empresa en estudio				
Medición	Hora	Lectura de PH			¿La Lectura se encuentra en el rango de 6 a 8? SI/NO	
Nº	hh:mm					
1	07:31:07	8,10			No	
2	07:41:07	7,58			Sí	
3	07:51:07	7,78			Sí	
4	08:01:07	7,85			Sí	
5	08:11:07	7,94			Sí	
6	08:21:07	7,79			Sí	
7	08:31:07	7,92			Sí	
8	08:41:07	7,74			Sí	
9	08:51:07	7,97			Sí	
10	09:01:07	7,77			Sí	
11	09:11:07	7,82			Sí	
12	09:21:07	8,08			No	
13	09:31:07	8,02			No	
14	09:41:07	7,74			Sí	
15	09:51:07	7,96			Sí	
16	10:01:07	8,10			No	
17	10:11:07	7,93			Sí	
18	10:21:07	7,99			Sí	
19	10:31:07	7,77			Sí	
20	10:41:07	7,05			Sí	
21	10:51:07	7,76			Sí	
22	11:01:07	7,85			Sí	
23	11:11:07	7,79			Sí	
24	11:21:07	7,77			Sí	
25	11:31:07	7,50			Sí	
26	11:41:07	7,02			Sí	
27	11:51:07	7,76			Sí	
28	12:01:07	7,52			Sí	
29	12:11:07	7,65			Sí	
30	12:21:07	7,69			Sí	
31	12:31:07	7,42			Sí	
32	12:41:07	7,41			Sí	
33	12:51:07	7,60			Sí	
34	13:01:07	7,47			Sí	
35	13:11:21	7,45			Sí	
36	13:21:21	7,73			Sí	
37	13:31:21	7,98			Sí	
38	13:41:21	7,27			Sí	
39	13:51:21	7,35			Sí	
40	14:01:21	7,32			Sí	
41	14:11:21	7,36			Sí	
42	14:21:21	7,27			Sí	
43	14:31:21	7,12			Sí	
44	14:41:21	7,16			Sí	
45	14:51:21	7,06			Sí	
46	15:01:21	7,00			Sí	
47	15:11:21	7,08			Sí	
48	15:21:21	7,10			Sí	
49	15:31:21	7,07			Sí	
50	15:41:21	7,03			Sí	
51	15:51:21	6,91			Sí	
52	16:01:21	6,97			Sí	
53	16:11:21	7,08			Sí	
54	16:21:21	6,94			Sí	
55	16:31:21	6,94			Sí	
56	16:41:21	6,97			Sí	
57	16:51:21	6,89			Sí	
58	17:01:21	6,88			Sí	
Nota:	Las lecturas de pH extraídas son previamente analizadas por el controlador, con el algoritmo integrado en su memoria capaz de obtener el valor de pH resultante en el transcurso de cada 10 minutos; por tanto, si la lectura de pH está en el rango de 6 a 8, se considera que todo el intervalo de tiempo haya estado en el rango permitido					
Total de resultados dentro del rango (Ten):					54	
Índice de eficacia: $Efi = \frac{Ten}{Tm}$					0,93	

INSTRUMENTO PARA LA EFICACIA DEL SISTEMA DE NEUTRALIZACIÓN DE PH						
Área:	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)					
Fecha:	13 / Agosto / 2020	Hora de inicio de actividad:		07:31		
		Hora de término de actividad:		17:01		
		Tiempo total disponible:		9,5 horas (570 minutos)		
Actividad nº:	28	Rango objetivo de pH:	mínimo:	6	máximo:	8
Encargado de la actividad:		Roberto				
Descripción de la actividad:		El encargado de la actividad recopilará las lecturas de pH dadas por el controlador, estas lecturas se validarán si están o no en el rango de pH establecido por la empresa.				
Intervalo de tiempo entre mediciones:		10 minutos		Total de mediciones (Tm):		58
Autorizado por:		La empresa en estudio				
Medición	Hora	Lectura de PH		¿La Lectura se encuentra en el rango de 6 a 8? SI/NO		
Nº	hh:mm					
1	07:31:07	8,43		No		
2	07:41:07	8,32		No		
3	07:51:07	8,02		No		
4	08:01:07	8,04		No		
5	08:11:07	8,30		No		
6	08:21:07	8,01		No		
7	08:31:07	8,39		No		
8	08:41:07	7,53		Sí		
9	08:51:07	6,33		Sí		
10	09:01:07	6,31		Sí		
11	09:11:07	7,58		Sí		
12	09:21:07	5,45		No		
13	09:31:07	6,20		Sí		
14	09:41:07	7,28		Sí		
15	09:51:07	7,99		Sí		
16	10:01:07	7,98		Sí		
17	10:11:07	6,63		Sí		
18	10:21:07	7,71		Sí		
19	10:31:07	7,54		Sí		
20	10:41:07	7,58		Sí		
21	10:51:07	6,87		Sí		
22	11:01:07	6,73		Sí		
23	11:11:07	8,03		No		
24	11:21:07	7,49		Sí		
25	11:31:07	7,61		Sí		
26	11:41:07	7,84		Sí		
27	11:51:07	7,77		Sí		
28	12:01:07	7,74		Sí		
29	12:11:07	7,40		Sí		
30	12:21:07	7,82		Sí		
31	12:31:07	7,68		Sí		
32	12:41:07	7,46		Sí		
33	12:51:07	7,77		Sí		
34	13:01:07	7,61		Sí		
35	13:11:21	7,71		Sí		
36	13:21:21	7,25		Sí		
37	13:31:21	7,45		Sí		
38	13:41:21	7,57		Sí		
39	13:51:21	7,45		Sí		
40	14:01:21	7,50		Sí		
41	14:11:21	7,55		Sí		
42	14:21:21	7,42		Sí		
43	14:31:21	7,71		Sí		
44	14:41:21	7,62		Sí		
45	14:51:21	7,98		Sí		
46	15:01:21	7,95		Sí		
47	15:11:21	7,80		Sí		
48	15:21:21	7,95		Sí		
49	15:31:21	7,53		Sí		
50	15:41:21	7,58		Sí		
51	15:51:21	7,53		Sí		
52	16:01:21	7,51		Sí		
53	16:11:21	7,39		Sí		
54	16:21:21	7,47		Sí		
55	16:31:21	7,38		Sí		
56	16:41:21	7,39		Sí		
57	16:51:21	7,24		Sí		
58	17:01:21	7,21		Sí		
Nota:	Las lecturas de pH extraídas son previamente analizadas por el controlador, con el algoritmo integrado en su memoria capaz de obtener el valor de pH resultante en el transcurso de cada 10 minutos; por tanto, si la lectura de pH está en el rango de 6 a 8, se considera que todo el intervalo de tiempo haya estado en el rango permitido					
Total de resultados dentro del rango (Ten):				49		
Índice de eficacia: $Efi = \frac{T_{en}}{T_m}$				0,84		

INSTRUMENTO PARA LA EFICACIA DEL SISTEMA DE NEUTRALIZACIÓN DE PH					
Área:	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)				
Fecha:	14 / Agosto / 2020	Hora de inicio de actividad:		07:31	
		Hora de término de actividad:		17:01	
		Tiempo total disponible: 9,5 horas (570 minutos)			
Actividad nº:	29	Rango objetivo de pH:	mínimo:	6	máximo: 8
Encargado de la actividad:	Roberto				
Descripción de la actividad:	El encargado de la actividad recopilará las lecturas de pH dadas por el controlador, estas lecturas se validarán si están o no en el rango de pH establecido por la empresa.				
Intervalo de tiempo entre mediciones:	10 minutos			Total de mediciones (Tm):	58
Autorizado por:	La empresa en estudio				
Medición	Hora	Lectura de PH		¿La Lectura se encuentra en el rango de 6 a 8? SI/NO	
Nº	hh:mm				
1	07:31:07	10,16		No	
2	07:41:07	9,94		No	
3	07:51:07	10,04		No	
4	08:01:07	9,54		No	
5	08:11:07	9,76		No	
6	08:21:07	9,12		No	
7	08:31:07	8,78		No	
8	08:41:07	9,19		No	
9	08:51:07	9,94		No	
10	09:01:07	7,34		Sí	
11	09:11:07	7,28		Sí	
12	09:21:07	7,54		Sí	
13	09:31:07	7,46		Sí	
14	09:41:07	7,61		Sí	
15	09:51:07	7,68		Sí	
16	10:01:07	7,71		Sí	
17	10:11:07	7,74		Sí	
18	10:21:07	7,86		Sí	
19	10:31:07	7,75		Sí	
20	10:41:07	7,83		Sí	
21	10:51:07	7,83		Sí	
22	11:01:07	8,03		No	
23	11:11:07	7,90		Sí	
24	11:21:07	8,10		No	
25	11:31:07	8,21		No	
26	11:41:07	8,08		No	
27	11:51:07	8,05		No	
28	12:01:07	7,97		Sí	
29	12:11:07	7,97		Sí	
30	12:21:07	7,83		Sí	
31	12:31:07	7,95		Sí	
32	12:41:07	7,87		Sí	
33	12:51:07	7,88		Sí	
34	13:01:07	7,96		Sí	
35	13:11:21	7,81		Sí	
36	13:21:21	7,94		Sí	
37	13:31:21	7,93		Sí	
38	13:41:21	7,89		Sí	
39	13:51:21	7,90		Sí	
40	14:01:21	7,98		Sí	
41	14:11:21	7,37		Sí	
42	14:21:21	7,34		Sí	
43	14:31:21	7,27		Sí	
44	14:41:21	7,28		Sí	
45	14:51:21	7,27		Sí	
46	15:01:21	7,35		Sí	
47	15:11:21	7,32		Sí	
48	15:21:21	7,36		Sí	
49	15:31:21	7,27		Sí	
50	15:41:21	7,12		Sí	
51	15:51:21	7,16		Sí	
52	16:01:21	7,06		Sí	
53	16:11:21	7,00		Sí	
54	16:21:21	7,08		Sí	
55	16:31:21	7,10		Sí	
56	16:41:21	7,07		Sí	
57	16:51:21	7,03		Sí	
58	17:01:21	6,91		Sí	
Nota:	Las lecturas de pH extraídas son previamente analizadas por el controlador, con el algoritmo integrado en su memoria capaz de obtener el valor de pH resultante en el transcurso de cada 10 minutos; por tanto, si la lectura de pH está en el rango de 6 a 8, se considera que todo el intervalo de tiempo haya estado en el rango permitido				
Total de resultados dentro del rango (Ten):				44	
Índice de eficacia: $Efi = \frac{Ten}{Tm}$				0,76	

INSTRUMENTO PARA LA EFICACIA DEL SISTEMA DE NEUTRALIZACIÓN DE PH						
Área:	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)					
Fecha:	15 / Agosto / 2020	Hora de inicio de actividad:		07:31		
		Hora de término de actividad:		17:01		
		Tiempo total disponible:		9,5 horas (570 minutos)		
Actividad nº:	30	Rango objetivo de pH:	mínimo:	6	máximo:	8
Encargado de la actividad:		Roberto				
Descripción de la actividad:	El encargado de la actividad recopilará las lecturas de pH dadas por el controlador, estas lecturas se validarán si están o no en el rango de pH establecido por la empresa.					
Intervalo de tiempo entre mediciones:		10 minutos		Total de mediciones (Tm):		58
Autorizado por:		La empresa en estudio				
Medición	Hora	Lectura de PH			¿La Lectura se encuentra en el rango de 6 a 8? SI/NO	
Nº	hh:mm					
1	07:31:07	8,96			No	
2	07:41:07	8,67			No	
3	07:51:07	9,15			No	
4	08:01:07	9,42			No	
5	08:11:07	8,94			No	
6	08:21:07	9,14			No	
7	08:31:07	9,42			No	
8	08:41:07	9,21			No	
9	08:51:07	8,97			No	
10	09:01:07	8,96			No	
11	09:11:07	8,93			No	
12	09:21:07	8,81			No	
13	09:31:07	8,64			No	
14	09:41:07	8,35			No	
15	09:51:07	8,21			No	
16	10:01:07	7,57			Sí	
17	10:11:07	7,67			Sí	
18	10:21:07	6,94			Sí	
19	10:31:07	6,94			Sí	
20	10:41:07	6,97			Sí	
21	10:51:07	6,89			Sí	
22	11:01:07	6,88			Sí	
23	11:11:07	6,88			Sí	
24	11:21:07	6,98			Sí	
25	11:31:07	6,99			Sí	
26	11:41:07	7,02			Sí	
27	11:51:07	6,94			Sí	
28	12:01:07	6,90			Sí	
29	12:11:07	7,46			Sí	
30	12:21:07	7,57			Sí	
31	12:31:07	7,67			Sí	
32	12:41:07	7,68			Sí	
33	12:51:07	7,86			Sí	
34	13:01:07	7,98			Sí	
35	13:11:21	7,91			Sí	
36	13:21:21	8,39			No	
37	13:31:21	8,48			No	
38	13:41:21	8,42			No	
39	13:51:21	8,77			No	
40	14:01:21	9,04			No	
41	14:11:21	9,46			No	
42	14:21:21	9,41			No	
43	14:31:21	9,16			No	
44	14:41:21	7,13			Sí	
45	14:51:21	7,97			Sí	
46	15:01:21	7,83			Sí	
47	15:11:21	7,40			Sí	
48	15:21:21	8,06			No	
49	15:31:21	7,98			Sí	
50	15:41:21	7,61			Sí	
51	15:51:21	8,13			No	
52	16:01:21	8,03			No	
53	16:11:21	7,53			Sí	
54	16:21:21	8,02			No	
55	16:31:21	7,42			Sí	
56	16:41:21	7,48			Sí	
57	16:51:21	7,98			Sí	
58	17:01:21	7,12			Sí	
Nota:	Las lecturas de pH extraídas son previamente analizadas por el controlador, con el algoritmo integrado en su memoria capaz de obtener el valor de pH resultante en el transcurso de cada 10 minutos; por tanto, si la lectura de pH está en el rango de 6 a 8, se considera que todo el intervalo de tiempo haya estado en el rango permitido					
Total de resultados dentro del rango (Ten):					31	
Índice de eficacia: $Efi = \frac{Ten}{Tm}$					0,53	

Anexo 16: Relación de las tasas de interés de un préstamo de S/ 10000,00 cotizados en 12 cuotas

Producto	Tasa de Interés (TEA / TREA) %	Ganancia Total (aprox) S/	Ganancia Mensual (aprox) S/	Monto Minimo de Apertura S/
Inversión Azteca Tradicional  Banco Azteca	3.90% FSD	S/ 312.00	S/ 25.55	S/ 250
Maxiplazo  BANCO DE COMERCIO	3.75% FSD	S/ 300.00	S/ 24.58	S/ 1,000
Depósito a Plazo  banco ripley	3.50% FSD	S/ 280.00	S/ 22.97	S/ 1,000
Depósito a Plazo Suma y Crece  BANCO PICHINCHA	3.00% FSD	S/ 240.00	S/ 19.73	S/ 500
Depósito a Plazo  BANCO PICHINCHA	3.00% FSD	S/ 240.00	S/ 19.73	S/ 500
Ahorro a Plazo Fijo Pizarra  Banco Falabella	3.00% FSD	S/ 240.00	S/ 19.73	S/ 1,000
Depósitos a Plazo Fijo BANCO GNB 	2.75% FSD	S/ 220.00	S/ 18.11	S/ 1,000
Depósitos a Plazos ONLINE  mibanco	2.45% FSD	S/ 196.00	S/ 16.15	S/ 350