



UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA

“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”

VICERRECTORADO PUERTO ORDAZ

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

PRÁCTICA PROFESIONAL

**ESTUDIO DE TIEMPO DE LOS ENSAYOS RUTINARIOS
REALIZADOS EN EL LABORATORIO DE AGUAS DE SIDOR
C.A.**

Tutor Industrial:

Ing. América Henao

Autor:

Esparragoza H. Joao G.

Tutor académico:

MSc. Ing. Iván Turmero

CIUDAD GUAYANA, JULIO DE 2015



**ESTUDIO DE TIEMPO DE LOS ENSAYOS RUTINARIOS
REALIZADOS EN EL LABORATORIO DE AGUAS DE SIDOR
C.A.**

U
N
E
X
P
O



ESPARRAGOZA HERNÁNDEZ, JOAO GUSTAVO

“Estudio de tiempos de los ensayos rutinarios realizados en el Laboratorio de Aguas de Sidor C.A.” 2015. 176 Pág.

Práctica Profesional.

Universidad Nacional Experimental Politécnica —Antonio José de Sucre
Vicerrectorado Puerto Ordaz - Departamento de Ingeniería Industrial.

Tutor Académico: Ing. Turmero Iván MSc.

Tutor Industrial: Ing. Henao América.

Ciudad Guayana, Julio 2015.

Capítulos: I.- El Problema II.- La Empresa, III.-Marco Teórico, IV.- Marco Metodológico, V.- Situación Actual, VI.- Resultados, Conclusiones, Recomendaciones, Bibliografía, Anexos.



**UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”
VICERRECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
PRÁCTICA PROFESIONAL**

**ESTUDIO DE TIEMPO DE LOS ENSAYOS RUTINARIOS
REALIZADOS EN EL LABORATORIO DE AGUAS DE SIDOR
C.A.**

Autor: Esparragoza H. Joao G.

Trabajo de investigación que se presenta ante el Departamento de Ingeniería Industrial como requisito parcial para la aprobación de la Práctica Profesional.

Ing. América Henao
Tutor Industrial

MSc. Ing. Iván Turmero
Tutor Académico.

CIUDAD GUAYANA, JULIO DE 2015



**UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”
VICERRECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
PRÁCTICA PROFESIONAL**

ACTA DE APROBACIÓN

Quienes suscriben, miembros del jurado evaluador designados por el Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre”, Vice-rectorado Puerto Ordaz, para examinar el informe de Práctica Profesional presentado por el ciudadano: **Esparragoza Hernández Joao Gustavo**, portador de la Cédula de Identidad número: **V- 20.503.289**, titulado: **“ESTUDIO DE TIEMPO DE LOS ENSAYOS RUTINARIOS REALIZADOS EN EL LABORATORIO DE AGUAS DE SIDOR C.A.”**, Consideramos que dicho trabajo cumple con los requisitos exigidos. A efecto, lo declaramos: **APROBADO**.

En Ciudad Guayana, Puerto Ordaz el veintiocho del mes Julio del dos mil quince.

Ing. América Henao
Tutor Industrial

MSc. Ing. Iván Turmero
Tutor Académico.



AGRADECIMIENTOS

A **Dios Todopoderoso**, por ser mí guía, mi ayudador y proveedor, por estar conmigo siempre y no desampararme.

A mi madre, **Meizmell Hernández**, por darme la vida, su apoyo, su disposición y ayuda en cada una de mis objetivos.

A mi hermano **Pedro David**, por su cariño, alegría y apoyo en todas mis metas.

A mis tíos, primos y amigos que siempre han estado allí para apoyarme en cada una de mis decisiones.

A mi hermano **Oswaldo Ramírez**, por ser el medio para ingresar a la empresa y su ayuda y paciencia.

A los técnicos de laboratorio, **Yudeima Betancourt**, **Carmen Orta** e **Ibys Labarca**, por prestarme todo su apoyo, paciencia y comprensión durante mi estadía en el área y brindarme toda la información necesaria para la realización de éste trabajo.

A todos los **Supervisores**, **Recolectores** y **Personal de limpieza**, que con su amabilidad y servicio, hicieron mi estadía agradable dentro de la empresa.

Al **Ing. América Henao**, tutor industrial, por su dedicación y guía para la realización de éste proyecto.

Al **Ing. Iván Turmero**, tutor académico, por su orientación y consejos impartidos para realizar éste proyecto.

A **SIDOR C.A.** por abrir sus puertas y brindarme la oportunidad de ejecutar éste proyecto dentro de sus instalaciones.

A la **UNEXPO**, por permitirme ser parte de sus estudiantes.

Muchas gracias a todos.



DEDICATORIA

A mi **Dios**, autor de todos logros que he obtenido, quien siempre ha estado conmigo y me ha dado todo su apoyo y amor.

A mi madre, **Meizmell Hernández**, que siempre ha dado todo por brindarme la oportunidad de estudiar y mantenerme hasta ahora.

A mi hermano Pedro David, que me ha brindado su cariño, alegría y amor.

A mis tías **Nadeida de Franco, Elizabeth de Ratazzi y Janeth Malyuri Tadino**, que desinteresadamente me han ayudado y apoyado con paciencia en todas mis metas.



**UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”
VICERRECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
PRÁCTICA PROFESIONAL**

**“ESTUDIO DE TIEMPO DE LOS ENSAYOS RUTINARIOS
REALIZADOS EN EL LABORATORIO DE AGUAS DE SIDOR C.A.”**

Autor: Joao G. Esparragoza H.

Tutor Académico: MSc. Ing. Iván Turmero Astros

Tutor Industrial: Ing. América Henao

Fecha: Julio de 2015

RESUMEN

La presente investigación tuvo como propósito principal determinar el tiempo necesario para la realización de los ensayos a las muestras de rutina recibidas en el laboratorio de aguas de SIDOR C.A. por medio de una de las herramientas de Ingeniería de Industrial, conocida como Estudio de Tiempos. Dentro del laboratorio de aguas, se requiere tener un control en los procesos de ensayos, éste control puede realizarse al tener una medición y cálculo de los tiempos estándar actuales. El laboratorio, no cuenta actualmente con ningún estudio de tiempos realizado antiguamente, por lo tanto, éste estudio suplirá esa deficiencia. El estudio realizado, permite visualizar el modelo actual de trabajo, a través de, la carta de muestreo, diagramas de proceso y tiempos estándar, permitiendo así la oportunidad de mejora y optimización del proceso.

Palabras claves: Tiempos, ensayos, muestra, proceso.



ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS.....	vi
DEDICATORIA.....	vii
RESUMEN.....	viii
INTRODUCCIÓN	3
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA.....	4
1.1 Planteamiento del problema	4
1.2 Alcance	5
1.3 Delimitaciones.....	5
1.4 Limitaciones	6
1.5 Justificación	6
1.6 Objetivos	6
1.6.1 Objetivos generales:	6
1.6.2 Objetivos específicos:	6
CAPÍTULO II: GENERALIDADES DE LA EMPRESA	8
2.1 Descripción general	8
2.2 Nombre	8
2.3 Reseña histórica	9
2.4 Ubicación geográfica.....	11
2.5 Misión.....	12
2.6 Visión	13
2.7 Objetivo de la empresa	13
2.8 Valores de la empresa	14
2.9 Principios	14
2.10 Políticas de la Empresa	14
2.11 Políticas de Calidad	16
2.12 Políticas Ambientales.....	17
2.13 Proceso Productivo	17
2.13.1 Fabricación del acero.....	17
2.13.2 Fabricación del producto plano	18



2.13.3 Fabricación del producto largo	19
2.14 Laboratorio de Materia Prima	19
2.14.1 Laboratorio de Aguas	19
CAPÍTULO III: MARCO TEORICO	21
3.1 Ingeniería de Métodos	21
3.1.1 Definición:	21
3.1.2 Importancia:	21
3.1.3 Fines de estudio:.....	22
3.2 Método:	22
3.3 Proceso:	22
3.4 Procedimiento:	22
3.5 Ramas de la ingeniería de métodos.....	23
3.5.1 Estudio de movimientos:	23
3.5.2 Estudio de tiempo:	23
3.6 Técnicas del estudio de Tiempo.....	23
3.7 Diagramas:.....	24
3.8 Importancia de los Diagramas:.....	25
3.9 Diagramas Operacionales:.....	25
3.10 Diagrama de Proceso:	26
3.10.1 Utilidad	26
3.10.2 Características	27
3.11 Diagrama de Flujo/Recorrido:	27
3.11.1 Utilidad	27
3.11.2 Características	28
3.12 Éxamen crítico:	28
3.14 Condiciones de trabajo:	32
3.15 Manejo de materiales:.....	32
CAPÍTULO IV: DISEÑO METODOLOGICO	61
4.1 Tipo de estudio:.....	61
4.2 Población y muestra:.....	62
4.3 Recursos:.....	63



4.4 Procedimiento Metodológico:	65
CAPÍTULO V: SITUACION ACTUAL	67
5.1 ¿A quién hacer seguimiento?.....	67
5.2 Método de trabajo:	67
5.3 Preguntas de la OIT:.....	68
5.4 Técnica del interrogatorio:.....	74
5.7 Carta de muestreo	76
5.7 Diagrama de proceso actual	79
CAPÍTULO VI: ESTUDIO DE TIEMPO	111
6.1 Selección de la operación objeto de estudio:	111
6.2 Datos obtenidos en las observaciones:.....	112
6.3 Tiempos Promedios	116
6.4 Determinacion de la calificación de la velocidad del operario	159
6.5 Cálculo del Tiempo Normal	161
6.6 Cálculo de Tolerancias.....	163
6.7 Cálculo del Tiempo Estándar de la operación:.....	165
CONCLUSIONES	166
RECOMENDACIONES	168
BIBLIOGRAFÍA	170
APENDICES	173



INTRODUCCIÓN

Sidor C.A. es una industria fabricante de acero, que está ubicada sobre la margen derecha del río Orinoco en la región de Guayana, este utiliza tecnología de reducción directa, horno de arco eléctrico y colada continua, para la fabricación de productos largos y planos. Constituye el principal productor de acero de la comunidad andina de naciones y el primer exportador privado de Venezuela. Como toda organización esta no escapa de las variaciones y fluctuaciones que puede presentar su mercado y debe estar preparada para afrontar los efectos que en su proceso productivo genere este impacto.

Los parámetros de calidad en el laboratorio de aguas, exigen tener el tiempo de respuesta de los ensayos que se realizan dentro del laboratorio, por lo tanto, es necesario mantener un control en el tiempo que establezca un margen de tolerancia para la respuesta a los clientes que requieren los resultados de los ensayos.

Esta investigación es de mucha importancia, dado que, al obtener los resultados que se buscan en éste informe, el Laboratorio de aguas tendrá la información y requisitos necesarios para optimizar sus tiempos de respuesta de los ensayos a sus usuarios y de esa forma tener un control y registro de los ensayos de las muestras recepcionadas en el laboratorio de aguas.

El presente trabajo contiene el resultado del estudio de ingeniería de métodos realizado en la empresa Sidor C.A. específicamente en el área de Laboratorio de Aguas ubicado dentro del Laboratorio de Materia Prima. En este estudio se consideraron todos los ensayos realizados en el periodo de tiempo de dicho estudio. Es un estudio de tipo no experimental y se apoya en una investigación de campo, aplicada y evaluativa, puesto que, abarcó la descripción y análisis de la situación actual. La recolección de los datos para el diagnóstico inicial se basó en la observación directa, la aplicación de



entrevistas no estructuradas a todo el personal inherente, así como la consulta en diversas fuentes de información.

El estudio de ingeniería de métodos consiste en la realización de un registro, análisis y examen crítico sistemático de los modos actuales y propuestos usados para llevar a cabo una tarea, con la finalidad de encontrar métodos más sencillos y eficaces.

La estructura del trabajo de pasantía realizada, se presenta en cinco capítulos, conformados de la siguiente manera:

- ✚ Capítulo I El Problema: Donde se explica la problemática existente, se formulan los objetivos y la justificación de la investigación.
- ✚ Capítulo II Generalidades de la Empresa: El cual presenta la descripción y funcionalidades de la empresa, así como del área de trabajo y del proceso realizado.
- ✚ Capítulo III Marco Teórico: Contiene los aspectos teóricos utilizados como herramienta y base del estudio realizado.
- ✚ Capítulo IV Marco Metodológico: Se describe la metodología detallando el tipo de investigación, Diseño de la Investigación, Población y Muestra, y las Técnicas e Instrumentos de Recolección de datos así como el Procedimiento utilizado.
- ✚ Capítulo V Situación Actual: En el cual se describe el método de trabajo actual, el diagnóstico de la situación que se presenta en el área, así como los diagramas de procesos correspondientes.



- ✚ Capítulo VII Estudio de Tiempo: El cual presenta los cálculos del tamaño de la muestra, evaluación del operario, cálculo del Tiempo Normal, asignación de Tolerancias y cálculo del Tiempo Estándar.
- ✚ Conclusiones, Recomendaciones y Bibliografías.



CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Sidor C.A cuenta con diversos laboratorios encargados de la preparación y análisis de ensayos de muestra que son tomadas en los diferentes procesos productivos, con la finalidad de verificar y controlar tanto la materia prima utilizada para la fabricación del acero, como sus productos semiterminados y terminados cuenten con las características Físico, Químicas y Mecánicas adecuadas, para satisfacer las necesidades de los clientes.

En la actualidad la empresa Siderúrgica del Orinoco Alfredo Maneiro, cuenta en su estructura con el laboratorio de materias primas, aguas e insumos los cuales ejecutan ensayos de control de procesos y caracterización de materiales.

Actualmente en el departamento de Laboratorios existe un Indicador de Oportunidad para evaluar el desempeño del laboratorio de Materias Primas en el área Materias Primas, más aun, en las áreas Aguas, no se cuenta con esta herramienta, y para poder contar con ella, se requiere tener a la mano el tiempo estándar de los procesos de ensayo a las muestras, por lo tanto, se realizó un estudio de tiempos para obtener así el tiempo estándar de los diferentes ensayos.

Por consecuencia, se levantaron varias No Conformidades e insatisfacciones emitidas por los clientes del Área de aguas a través de las encuestas de satisfacción realizadas. Estas No Conformidades apuntan a duración de la entrega de respuesta de los ensayos realizados a las muestras enviadas por los clientes, esto quiere decir que, posiblemente existen demoras



en algún proceso del ensayo, por lo tanto, es necesario un estudio de tiempo en las diferentes etapas del proceso.

Logrando así tener un patrón de comparación de la efectividad de este proceso, que permita conocer el desempeño en el efecto tiempo del mismo, para poder garantizar la satisfacción de sus clientes en lo referente a Oportunidad.

1.2 ALCANCE

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el Área de Aguas ubicada dentro del Laboratorio de Materia Prima, abarcando todos los procesos y sistemas desde la recepción de la muestra hasta la emisión de resultados. Se realizará el análisis a partir de la recepción de la muestra, es importante destacar que el laboratorio ni sus técnicos realizan el muestreo. El cliente es quien se encarga de realizar el muestreo y envía la muestra al laboratorio para su posterior análisis. Es importante recalcar que éste estudio abarca solo hasta la toma de tiempos y análisis de los mismos y no al diseño del indicador.

1.3 DELIMITACIONES

La elaboración de éste informe se llevó a cabo en el Área de aguas del Sector Laboratorio de Materia Prima, Aguas e Insumos en la Siderúrgica del Orinoco Alfredo Maneiro (Sidor).

1.4 LIMITACIONES

El análisis de la toma y estudio de tiempo se limitó a realizarse en el turno dos (7 a.m a 4 p.m) de lunes a viernes.



1.5 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL TRABAJO

Este estudio es de gran importancia dado a que permite obtener el tiempo estándar de los ensayos. Estos tiempos son base fundamental para la realización de los Indicadores de Oportunidad en el área de aguas, puesto que, se requiere el tiempo estándar para así poder realizar la comparación debida. Además, el análisis de este estudio, puede servir de fuente determinante para encontrar las causas de las posibles demoras en los ensayos que se realizan y hallar las posibles medidas preventivas y correctivas. A parte, éste informe sirve de pie de inicio para el estudio de tiempos en las otras áreas de los laboratorios como ejemplo, el área de insumos y permita diseñar su debido indicador.

1.6 OBJETIVOS

Mediante el estudio realizado se llevó a cabo los siguientes objetivos generales y específicos:

1.6.1 Objetivo General

Realizar un estudio de tiempos con el propósito de determinar el tiempo estándar de todos los ensayos de las muestras rutinarias del laboratorio de aguas de Sidor C.A.

1.6.2 Objetivos específicos

1. Recopilar información del proceso de ensayo, a través, de entrevistas a los técnicos del laboratorio de aguas.



2. Construir una carta de muestreo que refleje la situación actual de la rutina en el laboratorio de aguas.
3. Elaborar diagramas de procesos que reflejen el método actual de trabajo de los ensayos a las muestras emitidas por las plantas de Sidor.
4. Determinar el tiempo entre recepción, inicio y reporte de los ensayos de las muestras recibidas en el laboratorio de aguas, por medio de la técnica del cronómetro.
5. Determinar el tiempo estándar de las muestras procesadas.
6. Analizar los resultados de los Tiempos Estándar obtenidos.



CAPÍTULO II

LA EMPRESA

2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA:

La Siderúrgica del Orinoco Alfredo Maneiro, Sidor es un complejo siderúrgico integrado que utiliza tecnologías de Reducción Directa y Hornos Eléctricos de Arco. Los procesos de esta siderúrgica se inician con la fabricación de Pellas y culminan con la entrega de productos finales Largos (Barras y Alambrón) y planos (Láminas en Caliente, Láminas en Frío y Recubiertos).

Este complejo está ubicado en la zona industrial de Matanzas, estado Bolívar, región suroriental de Venezuela, sobre la margen derecha del río Orinoco, a 282 Km. de su desembocadura en el océano Atlántico.

Esta siderúrgica ubica a Venezuela en cuarto lugar como productor de acero integrado de América Latina y el principal de la región Andina, ha logrado colocar su nivel de producción en torno a los 4 millones de toneladas de acero líquido por año, con indicadores de productividad, rendimiento total de calidad, oportunidad en las entregas y satisfacción de sus clientes, comparables con las empresas más competitivas de Latinoamérica. Es reconocida además por ser el primer exportador no petrolero del país.

2.2 NOMBRE DE LA EMPRESA

Siderúrgica del Orinoco Alfredo Maneiro C.A.



2.3 RESEÑA HISTÓRICA

La creación de la Siderúrgica del Orinoco, C.A. se remonta hacia los años de 1926 y 1947 con el descubrimiento de los yacimientos de mineral de hierro en los cerros El Pao y Bolívar, respectivamente.

En 1958 se crea el Instituto Venezolano del Hierro y el Acero, con el objetivo de impulsar la instalación y supervisar la construcción de la planta siderúrgica, cuyas instalaciones se extienden sobre una superficie de 2.838 hectáreas, de las cuales 90 son techadas. Cuenta con una red de comunicaciones conformada por 74 Km. de carreteras pavimentadas, 132 Km. de vías férreas y acceso al mar por un terminal portuario con capacidad para atracar hasta 6 barcos de 20.000 toneladas cada uno. Además cuenta con edificaciones en las cuales se desarrollan las actividades administrativas y de soporte al personal, tales como los edificios administrativos, edificio de recursos humanos, comedores, servicio médico, talleres, entre otros.

Luego, para el año 1997, el gobierno venezolano privatiza SIDOR C.A, esto después de cumplir un proceso de licitación pública, ganado por el Consorcio Amazonía Holding conformado por cinco de las empresas más importantes de América Latina en el área de producción de acero, a saber: HYLSAMEX de México, SIVENSA de Venezuela, TECHINT de Argentina y USIMINAS de Brasil.

Esta siderúrgica ubica a Venezuela en cuarto lugar como productor de acero integrado de América Latina y el principal de la región Andina, ha logrado colocar su nivel de producción en torno a los 4 millones de toneladas de acero líquido por año, con indicadores de productividad, rendimiento total de calidad, oportunidad en las entregas y satisfacción de sus clientes, comparables con las empresas más competitivas de Latinoamérica. Es reconocida además por ser el primer exportador no petrolero del país.



Desde el 12 de mayo del 2008, Sidor es una empresa perteneciente al Estado venezolano, luego de que el Presidente de la República Hugo Chávez Frías, decretará la nacionalización de la misma, la cual en 1997 había sido privatizada.

Luego de meses de negociación en las que los representantes del Gobierno, miembros del Sutiss y del consorcio Argentino Techint no lograron convenir las cláusulas que regirían al nuevo contrato colectivo, el ejecutivo Nacional anunció la nacionalización de Sidor, empresa del acero que en el año 1997 había sido privatizada.

Es por ello, que el 12 de mayo de 2008 se firmó el acuerdo de nacionalización y el contrato colectivo de Sidor y se empezó a trabajar por lo que sería el paso de la acería de manos del capital privado al estado venezolano.

A través de la nacionalización de esta empresa, el Gobierno Revolucionario confirma su compromiso con el logro de la plena soberanía y autodeterminación del país, al rescatar a Sidor, una de las empresas de mayor valor estratégico para la nación, la cual ahora está al servicio de todas y todos los venezolanos.

Sidor nacionalizada es una empresa consciente de la importancia que posee la clase trabajadora, así como del valor estratégico de esta industria para el desarrollo del país, debido a que es una de los complejos siderúrgicos más importantes del mundo en su tipo.

Con el cambio de Sidor de manos del capital privado al Estado, se espera humanizar aún más las condiciones laborales de trabajo y se busca mejorar las relaciones sociales de convivencia, impulsadas por las y los trabajadores, sin dejar atrás las metas de calidad y eficiencia.



Sidor promueve una relación sinérgica entre el recurso humano, el sistema industrial y el medio ambiente, lo cual garantiza el logro de las metas de producción, así como eficientes relaciones con sus clientes y proveedores.

Como empresa del Estado Sidor, fomentará valores de igualdad, solidaridad, participación y corresponsabilidad acordes con los objetivos y el plan estratégico de la nación.

2.4 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La empresa se encuentra ubicada en la Zona Industrial Matanzas, Ciudad Guayana, Estado Bolívar, sobre la margen derecha del Río Orinoco, a 17 Kilómetros de su confluencia con el Río Caroní y a 300 Kilómetros de la Desembocadura del Río Orinoco en el Océano Atlántico (Ver figura n°2.1). Está conectada con el resto del país por vía terrestre, y por vía fluvial – marítima con el resto del mundo.



Figura n° 2.1: Ubicación Geográfica

Fuente: [http:// www.sidornet.com/ubicacionempresa/](http://www.sidornet.com/ubicacionempresa/)

Sus instalaciones se extienden sobre una superficie de 2200 hectáreas, de las cuales 90 son techadas. Además, tiene una amplia red de carreteras



pavimentadas dentro del área industrial de 74 kilómetros, 155 kilómetros de vías férreas, por donde se transporta la materia prima a la planta, y acceso al mar por vía fluvial a través del río Orinoco (Ver figura nº2.2), para lo cual, cuenta con un terminal portuario de 1.195 m. con una capacidad para atracar simultáneamente seis barcos de 20.000 toneladas cada uno.



Figura nº 2.2 distribución física de Sidor

Fuente: [www. Monografía .com./plan](http://www.Monografía.com./plan) y mejora continua

2.5 Misión:

Producir y comercializar productos de acero, a través de sus diferentes líneas de producción, calidad y sustentabilidad, abasteciendo prioritariamente al sector transformador nacional como base del desarrollo endógeno, con eficiencia productiva y talento humano altamente calificado, comprometido en la utilización racional de los recursos naturales; para generar desarrollo social y bienestar a los trabajadores, a los clientes y a la nación.

2.6 VISIÓN:

Ser la empresa socialista siderúrgica del Estado venezolano, que prioriza el desarrollo del Mercado nacional con miras a los mercados del ALBA, andino, caribeño y del MERCOSUR, para la fabricación de productos de acero con alto



valor agregado, alineada con los objetivos estratégicos de la Nación, a los fines de alcanzar la soberanía productiva y el desarrollo sustentable del país.

2.7 OBJETIVOS DE LA EMPRESA

La Siderúrgica del Orinoco es una empresa dedicada a procesar mineral de hierro para obtener productos de acero destinado primordialmente a:

- ✚ Abastecer el mercado nacional específicamente los sectores industriales de la construcción, petróleo, y otros.

- ✚ Sustituir las importaciones adicionales de productos siderúrgicos en el mercado nacional, abastecimiento plenamente, a la vez que genera ingresos de divisas por concepto de las exportaciones a los mercados internacionales.

- ✚ Una mayor participación de la industria del hierro y del acero en la economía nacional y regional.

- ✚ Para el cumplimiento de la misión que le ha sido encomendada, la empresa se trazó varios objetivos que responden a las áreas de gestión y orientan a las acciones a mediano y largo plazo de la organización.

2.8 VALORES DE LA EMPRESA

- Compromiso con el desarrollo de nuestros clientes.

- Creación de valor para nuestros accionistas.



- Cultura técnica, vocación industrial y visión de largo plazo.
- Arraigo local, visión global.
- Transparencia en la gestión.
- Profesionalismo, compromiso y tenacidad.
- Excelencia y desarrollo de los recursos humanos.

2.9 PRINCIPIOS

- | | |
|--------------------|--------------------|
| • Humanismo | • Lealtad |
| • Patriotismo | • Excelencia |
| • Ética Socialista | • Visión colectiva |
| • Disciplina | • Solidaridad |
| • Eficiencia | • Honestidad |

2.10 POLÍTICAS

- Aumento de la productividad mediante una mayor participación de los trabajadores y trabajadoras en la gestión de la empresa; adopción de normas de calidad; utilización óptima de los recursos disponibles y desarrollo de nuevos productos de acero que generen ventajas competitivas.



- Direccionalidad de las inversiones hacia el incremento de la productividad, en un ambiente seguro.
- Política de comercialización que considere, a futuro, contratos a largo plazo con empresas nacionales y extranjeras; para consolidar el posicionamiento del producto Sidor en el Mercado nacional e internacional, asegurándole a los clientes el suministro de acero oportuno y confiable en el tiempo.
- Fortalecimiento y promoción del sector transformador nacional como base de la agregación de valor para el desarrollo endógeno; así como el mejoramiento de la red de distribución y comercialización del acero.
- Creación y fortalecimiento de mecanismos institucionales que privilegien la participación popular, impulsando la creación y el desarrollo de pequeñas empresas y redes de economía social.
- Incentivo del modelo de producción y consumo ambiental sustentable, con énfasis en la reducción del impacto ambiental y cumplimientos de las normativas ambientales.



- Formación técnico-político-ideológica para el impulso del Nuevo modelo de relaciones socio-productivas en el marco de una visión socialista; así como el conocimiento y capacitación dentro de la industria del acero y de materiales, ampliando la infraestructura tecnológica de los centros de investigación como instrumentos de desarrollo de la industria nacional.

2.11 POLÍTICAS DE CALIDAD

La empresa tiene el compromiso de satisfacer las necesidades de sus clientes y mantener estándares mundiales de calidad en sus productos, que aseguren su competitividad en los mercados nacionales e internacionales.

Para cumplir con ese objetivo, Sidor ha implementado un Sistema de Gestión de la Calidad, bajo la Norma ISO 9001, que le permite cumplir con las exigencias establecidas y ocupar una posición privilegiada en el mercado siderúrgico. Este sistema cuenta con el aval del Fondo para la Normalización y Certificación de Calidad (Fondonorma).

El Sistema de Gestión de la Calidad de Sidor, se basa en el compromiso y la participación de todo el personal en la búsqueda de la excelencia empresarial con un enfoque dinámico que considera sus relaciones con los clientes, accionistas, trabajadores, proveedores y la comunidad, promoviendo la calidad en todas sus manifestaciones y la excelencia en los procesos, productos y servicios. Esta dedicación se traduce en un esfuerzo continuo que asegura la confiabilidad de los productos siderúrgicos que se entregan al mercado.

Adicionalmente Sidor cuenta con la Marca Fondonorma, otorgada por el Fondo para la Normalización y Certificación de Calidad, como aval del cumplimiento con las normas venezolanas Covenin aplicables a los siguientes productos:



- Barras y Rollos de acero con resaltes para uso como refuerzo estructural.
- Alambroón de acero al Carbono para Trefilación y Laminación en Frío.
- Aceros para Productos Planos Laminados en Caliente al Carbono, estructurales, de alta resistencia y baja aleación, de alta resistencia y baja aleación con capacidad de deformación.

2.12 POLÍTICA AMBIENTAL

Sidor, considera a la variable ambiental como uno de los pilares para la fabricación y comercialización de aceros de calidad internacional. Por ello, basa sus acciones ambientales en los siguientes criterios:

- Cumplir con la legislación ambiental vigente.
- Promover los principios del desarrollo sostenible.
- Utilizar racionalmente los recursos naturales.
- Aplicar mejora continua en los sistemas existentes.
- Incorporar tecnología ambientalmente limpia en los nuevos equipos y procesos.

2.13 PROCESO PRODUCTIVO

2.13.1 Fabricación del acero

La fabricación de acero en SIDOR se cumple mediante procesos de Reducción Directa y Hornos Eléctricos de Arco, complementados con Metalurgia Secundaria en los hornos de cuchara que garantizan la calidad interna del producto.



Finos de mineral, con alto contenido de hierro, se aglomeran en la Planta de Peletización. El producto resultante —las pellas— es procesado en dos plantas de Reducción Directa, una HyL II (dos módulos de lecho fijo) y otra Midrex (cuatro módulos de lecho móvil), que garantizan la obtención de Hierro de Reducción Directa (HRD). El HRD se carga a los Hornos Eléctricos de Arco para obtener acero líquido.

El acero líquido resultante, con alta calidad y bajos contenidos de impurezas y residuales, tiene una mayor participación de HRD y una menor proporción de chatarra (20% máximo). Su refinación se realiza en las Estaciones de Metalurgia Secundaria, donde se le incorporan las ferroaleaciones. Posteriormente, pasa a las máquinas de Colada Continua para su solidificación, obteniéndose semielaborados —Planchones o Palanquillas— que se destinan a la fabricación de Productos Planos y Productos Largos, respectivamente.

2.13.2 Fabricación de productos planos

Los planchones son cargados en Hornos de Recalentamiento y llevados a temperaturas de laminación. Este tratamiento permite, por medio de la oxidación que se genera, remover pequeños defectos superficiales y ablandar el acero para ser transformado mecánicamente en el Tren de Laminación en Caliente, en Bandas, con ancho y espesor definidos. Las Bandas pueden ser suministradas como tales o como Bobinas o Láminas, sin decapar o decapadas, en función de los requerimientos del cliente en el uso y forma.

Las bandas también pueden ser sometidas a deformación a temperatura ambiente (Laminación en Frío) para reducir el espesor y obtener Bobinas Laminadas en Frío (LAF). Estas últimas pueden ser entregadas al mercado como crudas (Full Hard), o continuar su procesamiento en los Hornos de Recocido y en los Trenes de Laminación de Temple, con el objetivo de



modificar sus características metalúrgicas, mecánicas y, muy ligeramente, las geométricas. De esta manera, se obtienen Bobinas recocidas y/o procesadas en el Laminador de Temple, que podrán ser proporcionadas en Bobinas, cortadas a longitudes específicas (Láminas), o continuar procesos posteriores con recubrimiento electroquímico de cromo o estaño.

2.13.3 Fabricación de productos largos

Las palanquillas son cargadas en Hornos de Recalentamiento y llevadas a temperatura de laminación. Este tratamiento permite, por medio de la oxidación generada, remover pequeños defectos superficiales y ablandar el acero para ser transformado mecánicamente en los Laminadores de Alambrón y de Barras, para obtener el Alambrón y las Barras con Resaltes (Cabillas), respectivamente.

2.14 LABORATORIO DE MATERIA PRIMA

El laboratorio de materia prima se encuentra ubicado dentro de las instalaciones de la Siderúrgica del Orinoco Alfredo Maneiro, adscrita al departamento de calidad de dicha siderúrgica. Dentro de éste laboratorio, se encuentra el Laboratorio de Aguas de Sidor C.A.

2.14.1 Laboratorio de Aguas.

El laboratorio de aguas tiene como finalidad realizar estudios a las aguas de los procesos y subprocesos de las diferentes plantas de la siderúrgica, con el fin de evaluar las condiciones de calidad de las aguas con que ellas realizan sus operaciones.

A continuación se presenta el Organigrama Estructural del departamento de Materia prima (Ver figura n°2.3), donde se refleja la estructura básica y las unidades administrativas que integran el organismo.

Organigrama Estructural del departamento

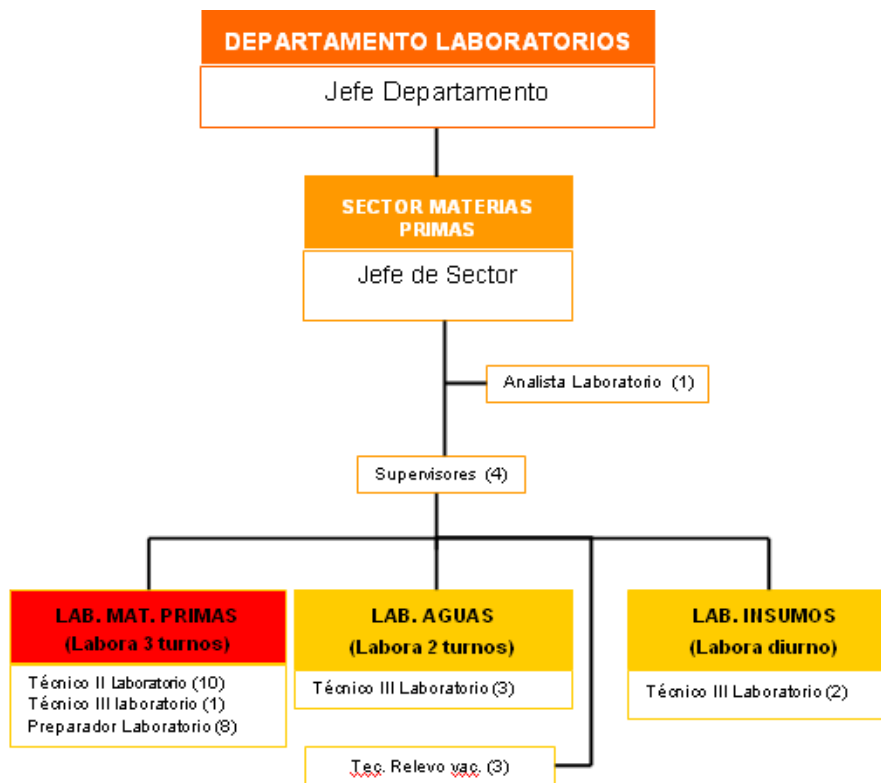


Figura nº 2.3: Organigrama del departamento de laboratorio de materia prima.

Fuente: www.sidornet.com



CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

En el siguiente capítulo se describirán los conceptos y herramientas básicas para la realización del estudio de tiempos que se realizará en el laboratorio de aguas en Sidor.

3.1 INGENIERÍA DE MÉTODOS

3.1.1 DEFINICIÓN:

La ingeniería de métodos es un conjunto de procedimiento sistemático que se ocupa de incrementar la productividad del trabajo, eliminando todos los desperdicios de materiales, tiempo y esfuerzo, con una menor inversión por cada unidad producida; lo cual procura hacer más fácil y lucrativa cada tarea, aumentando así la calidad de los productos o del servicio.

3.1.2 IMPORTANCIA:

La ingeniería de métodos busca fundamentalmente mejorar la eficiencia eliminando el trabajo innecesario y demoras evitables, siendo de esta forma una de las técnica más recomendadas para incrementar la productividad de una empresa donde las modificaciones incluyen tanto el diseño, la creación y la selección de los mejores métodos, procesos, herramientas, equipos y habilidades para fabricar un producto u ofrecer un excelente servicio. Esta rama de la ingeniería se caracteriza por determinar el tiempo estándar que se requiere para brindar un buen servicio o producto, mediante el cumplimiento de normas o estándares establecidos y retribuyendo al trabajador por su buen rendimiento.



3.1.3 FINES DEL ESTUDIO:

Los propósitos más importantes son:

1. Mejorar los procesos y procedimientos.
2. Mejorar la disposición y el diseño de la fábrica, taller, equipo y lugar de trabajo.
3. Economizar el esfuerzo humano y reducir la fatiga innecesaria.
4. Economizar el uso de materiales, maquinas, y mano de obra.
5. Aumentar la seguridad.
6. Crear mejores condiciones de trabajo.
7. Hacer más fácil, rápido, sencillo y seguro el trabajo.

3.2 MÉTODO:

Término utilizado para designar la técnica empleada para realizar una operación.

3.3 PROCESO:

Serie de operaciones de manufactura que hacen avanzar al producto hacia sus especificaciones finales de tamaño y forma.

3.4 PROCEDIMIENTO:

Conjunto de pasos lógicos para realizar el requerimiento.



3.5 RAMAS DE LA INGENIERÍA DE MÉTODOS

3.5.1 ESTUDIO DE LOS MOVIMIENTOS:

Técnica que consiste en el estudio de los movimientos del cuerpo humano que son utilizados para ejecutar una operación o trabajo determinado, con el objetivo de ser evaluados, identificando los productivos e improductivos, de forma tal que una vez analizados se puedan reducir, combinar, simplificar, y en el mejor de los casos eliminar, para luego establecer una mejor secuencia o sucesión de movimientos más favorables que permita lograr la eficiencia máxima.

3.5.2 ESTUDIO DEL TIEMPO:

Conjunto de técnicas que se utilizan para cuantificar el tiempo en base a la medición del contenido de trabajo del método prescrito, los aspectos a estudiar son el operario promedio, ritmo o velocidad de trabajo y suplementos o tolerancias por concepto de fatiga.

El equipo mínimo que se requiere para llevar a cabo un programa de estudio de tiempos comprende un cronómetro, un tablero o paleta de tiempos, formas impresas para estudio de tiempos y calculadora de bolsillo.

3.6 TÉCNICAS PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS

- Cronometraje
- Datos Estándares
- Sistemas de Tiempo



- Muestreo del Tiempo
- Estimaciones basadas en datos históricos

3.7 DIAGRAMAS:

Los diagramas son representaciones gráficas de todas las actividades inherentes al proceso; estos proporcionan una mayor visión de la relación entre las operaciones, además permite obtener los detalles a través de la observación directa dependiendo del proceso en estudio.

Aspectos en la preparación de los diagramas:

1. Representación gráfica de los hechos.
2. Mayor visión de la relación entre las operaciones.
3. Obtener los detalles por observación directa, según el proceso.
4. Verificar:
 - Exactitud de los hechos.
 - Totalidad del registro de los hechos.
 - Demasiadas suposiciones.

Debido a la gran utilidad de estos diagramas se ha estandarizado una variedad de ellos, entre los cuales se tiene:

- Diagrama de Operaciones.
- Diagrama de Proceso.



- Diagrama de Flujo y/o Recorrido.

3.8 IMPORTANCIA DE LOS DIAGRAMAS:

Los diagramas son medios gráficos que permiten realizar y analizar el trabajo en menor tiempo. Es una herramienta que facilita el análisis de método en la parte del diseño de un puesto de trabajo, para mejorar y presentar de forma rápida, clara, sencilla y lógica la información actual relacionada con el proceso de servicio o producción.

3.9 DIAGRAMA DE OPERACIONES:

Muestra la secuencia lógica de todas las operaciones del puesto de trabajo, taller, máquinas o área en estudio, así como las inspecciones, márgenes de tiempo y materiales a utilizar en un proceso de fabricación o administrativo, desde la llegada de la materia prima hasta el empaque o arreglo final del producto terminado (Ver tabla 3.1). Señala entrada de todos los componentes y subconjuntos al ensamblaje con el conjunto principal, se aprecian detalles generales de fabricación.

Tabla 3.1: Símbolos utilizados en un diagrama de proceso

EVENTO	SÍMBOLO	CARACTERÍSTICAS
OPERACIÓN		MODIFICACIÓN INTENCIONAL QUE SE LE HACE A UN OBJETO EN CUALQUIERA DE SUS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS O QUÍMICAS
INSPECCIÓN		VERIFICACIÓN DE LA CALIDAD Y/O CANTIDAD DE LA PARTE

Fuente: Diapositivas de clases de Ingeniería de Métodos. Prof: Iván Turmero



3.10 DIAGRAMA DE PROCESO:

Muestra la trayectoria lógica de un producto o procedimiento, señalando todos los hechos mediante los símbolos correspondientes. Se emplea para representar lo que hace la persona que trabaja, el material que se manipula o el equipo que se emplea, permitiendo establecer costos ocultos como distancias recorridas, retrasos y almacenamientos temporales (Ver tabla 3.2).

Tabla 3.2: Símbolos utilizados en un diagrama de proceso

EVENTO	SÍMBOLO	CARACTERÍSTICAS
OPERACIÓN		MODIFICACIÓN INTENCIONAL QUE SE LE HACE A UN OBJETO EN CUALQUIERA DE SUS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS O QUÍMICAS
INSPECCIÓN		VERIFICACIÓN DE LA CALIDAD Y/O CANTIDAD DE LA PARTE
TRANSPORTE		INDICA MOVIMIENTO DE LOS TRABAJADORES, MATERIALES O EQUIPOS DE UN LUGAR A OTRO
DEMORA		OCURRE CUANDO LAS CONDICIONES NO PERMITEN LA INMEDIATA REALIZACIÓN DE LA ACCIÓN PLANEADA (EVITABLE O INEVITABLE)
ALMACENAJE		TIENE LUGAR CUANDO UN OBJETO SE MANTIENE Y PROTEGE CONTRA UN TRASLADO NO AUTORIZADO (TEMPORAL O PERMANENTE)
COMBINADO		INDICA ACTIVIDADES REALIZADAS CONJUNTAMENTE O POR EL MISMO OPERARIO EN EL MISMO PUNTO DE TRABAJO

Fuente: Diapositivas de clases de Ingeniería de Métodos. Prof: Ivan Turmero

3.10.1 UTILIDAD:

Los diagramas de operación se utilizan para estudiar de manera sistemática las fases del proceso o mejorar la disposición de los locales y el manejo de los materiales con el fin de disminuir las demoras, comparar dos métodos y estudiar las operaciones para eliminar el tiempo improductivo.



3.10.2 CARACTERÍSTICAS:

Estos diagramas tienen una secuencia lógica, son detallados, puede ser aplicado al material, equipo o a la persona, pueden ser lineales o de ensamblaje, permiten determinar costos ocultos. Utilizan el verbo en voz activa cuando se aplica a la persona u operario y en voz pasiva cuando se aplica al equipo o al material.

3.11 DIAGRAMA FLUJO/RECORRIDO:

Es un plano de la fábrica o taller, aproximado a escala, que muestra la posición correcta de las máquinas y los puestos de trabajo a partir de las observaciones directas que describen los movimientos del producto, material, equipo, persona o componente. La representación objetiva, planimétrica (LAYOUT) de la distribución de las zonas y edificios debe tener correspondencia con las actividades del diagrama de proceso, indicando con una flecha el sentido del flujo.

3.11.1 UTILIDAD:

- Permite determinar la disposición de los equipos y puestos de trabajo.
- Elaboración de la distribución plan métricos.
- Evalúa el aprovechamiento del espacio físico.
- Determina las áreas de congestionamiento.
- Evalúa el acarreo de materiales y minimiza los costos.

3.11.2 CARACTERÍSTICAS:

Los diagramas de flujo recorrido proporcionan una imagen clara de toda secuencia de acontecimientos del proceso, ayudan a comparar métodos, eliminar el tiempo improductivo y escoger operaciones para su estudio detallado.

3.12 EXAMEN CRÍTICO:

Es una etapa que consiste en la revisión exhaustiva, minuciosa, detallada de los hechos que se tienen, poniendo a prueba y en evidencia dicha información; con el escrutinio es posible validar la veracidad de la información con la finalidad de establecer posibilidades alternativas y orientaciones para mejorar, evaluar la posibilidad de cambio, reducir, simplificar y en el mejor de los casos eliminar situaciones preconcebidas (Ver figura 3.1).

Del examen crítico se dividen las siguientes etapas:

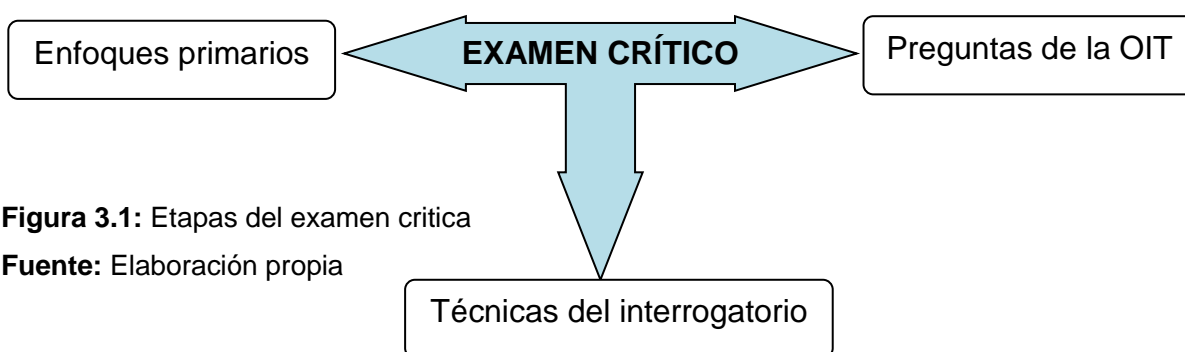


Figura 3.1: Etapas del examen critica

Fuente: Elaboración propia



3.12.1 ENFOQUES PRIMARIOS:

a. Propósito de la operación:

Consiste en justificar el objetivo, el ¿para qué? y ¿por qué?, determinando así la finalidad de una tarea. Siendo este utilizado para mejorar un método de trabajo existente, aunque en muchos casos no resulta favorable simplificar, combinar, reducir o mejorar, sino que se debe eliminar por completo la operación para garantizar efectividad.

La mejor manera de simplificar una operación es formular una manera de obtener los mismos o mejores resultados, sin costo adicional.

b. Diseño de la parte o pieza:

Considerar al diseño como algo importante, su complejidad, y evaluar si es posible mejorar mediante la:

- ✚ Disminución del número de partes o piezas.
- ✚ Reducción del número de operaciones, longitud de recorridos uniendo partes, permitiendo un maquinado y ensamblaje más eficiente.
- ✚ Utilización de un mejor material.

c. Tolerancias y/o especificaciones:

En este enfoque las tolerancias y especificaciones que describen la calidad del producto y se les emplea un mejor método de inspección que implique control, eficiencia y ahorro en costo.

La tolerancia: Es el margen entre la calidad lograda en la producción, y en la deseada (rango de variación).



Las especificaciones: Es el conjunto de normas o requerimientos impuestos al proceso para adecuar el producto terminado respecto al producto diseñado.

d. Materiales:

Sin duda representan un alto porcentaje del costo total de la producción y su correcta selección y uso es importante.

Los costos se reducirían:

- ❖ Si se sustituir por uno más barato.
- ❖ Si es uniforme, y de acuerdo a las condiciones en que llega al operario.
- ❖ Si se pueden reducir los almacenamientos, demoras y material en proceso.
- ❖ Si se utiliza el material hasta el máximo.
- ❖ Si se encuentra utilidad a los desperdicios y piezas defectuosas.

e. Análisis de procesos de manufactura:

Referida a la planificación y eficiencia del proceso de manufactura:

- ❖ Posibilidad de cambiar operaciones, evaluando la posibilidad de reorganizarlas o combinarlas.
- ❖ Mecanizar al trabajo manual pesado.
- ❖ Emplear el mejor método de maquinado.
- ❖ Utilización eficiente de las instalaciones mecánicas.



f. Preparación y herramental:

Las actividades de preparación son necesarias para el proceso, evitar perder tiempo por este concepto se traduce en costos significativos. En esta se debe considerar:

- ❖ Mejorar la planificación y control de la producción.
- ❖ Entregar instrumentos, instrucciones, materiales, etc. al inicio de la jornada de trabajo.
- ❖ Programar trabajos similares en secuencia
- ❖ Entregar por duplicado las herramientas de corte.
- ❖ Implantar programas de trabajo para cada operación.

Por otra parte las herramientas, deben tener la calidad adecuada correspondiente con la actividad que se realiza, y por tanto hacer de su uso el correcto, para ello se recomienda:

- ❖ Efectuar mayor número de operaciones de maquinado por cada preparación.
- ❖ Diseñar las herramientas que pueda utilizar las máquinas a su máxima capacidad.
- ❖ Utilizar la mayor capacidad de la máquina.
- ❖ Introducción una herramienta más eficiente.



3.13 CONDICIONES DE TRABAJO:

Se consideran tanto las condiciones que afectan al operario, como las que afectan a la operación en sí. Es necesario proveer al operario un ambiente de trabajo adecuado considerando su entorno:

- Adoptar la iluminación según la naturaleza del trabajo.
- Mejorar las condiciones climáticas y ventilación hasta hacerlas óptimas.
- Control de ruidos y vibraciones.
- Promover orden, limpieza y buen cuidado de instalaciones.
- Evitar desechos de polvos, humos, gases y nieblas irritantes y dañinas.
- Proporcionar al personal la protección adecuada.
- Organizar y promover un buen programa de buenos auxilios.

3.14 MANEJO DE MATERIALES:

En la elaboración del producto, es necesario evaluar y controlar la inversión del dinero, tiempo y energía en el transporte de los materiales de un lugar a otro, es por ello que hay que tratar en primera instancia de eliminar o reducir la manipulación de productos en base a los siguientes indicadores:

- Demasiadas operaciones de carga y descarga.
- Transporte manual de carga pesada.
- Largos trayectos de materiales y congestionamientos de algunas zonas.

En segunda instancia, mejorar los procedimientos de transporte y su manipulación, en base a los siguientes indicadores:

- Incrementar el número de unidades a manipular cada vez.
- Aprovechar la fuerza de la gravedad.
- Disponer de los medios que faciliten el transporte.



- Utilizar equipos de manipulación de materiales que tengan usos variados.
- Realizar una buena selección del equipo de manejo de los materiales.

3.15 OIT (ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO)

La Organización Internacional del Trabajo (OIT) es un organismo especializado de las Naciones Unidas que se ocupa de las cosas relativas al trabajo y las relaciones laborales. Esta fue creada por el Tratado de Versalles en 1919 junto con la Sociedad de las Naciones, con el propósito primordial de adoptar normas internacionales que abordaran el problema de las condiciones de trabajo que entrañaban “injusticia, miseria y privaciones”.

La estructura de la OIT está conformada por tres órganos:

1. La Conferencia Internacional del Trabajo
2. El Consejo de Administración
3. La Oficina Internacional del Trabajo.

Desde su fundación la OIT y sus estructuras relacionan a los Estados Miembros con sus organizaciones de empleadores y trabajadores, con la finalidad de crear un sistema de normas internacionales en todas las materias relacionadas al trabajo.

La finalidad primordial de la Organización Internacional del Trabajo es promover oportunidades para que los hombres y las mujeres puedan conseguir un trabajo digno en condiciones de libertad, equidad y seguridad. La visión a dicho trabajo plantea los siguientes objetivos estratégicos:



- La promoción de los derechos fundamentales en el trabajo.
- La promoción de mayores oportunidades para la creación de empleos.
- La ampliación de la protección social para todos.
- El fortalecimiento del diálogo social.

Las preguntas indicadas en la aplicación del estudio de métodos propuestos por la OIT son mencionadas a continuación:

Operaciones:

- a) ¿Qué propósito tiene la operación?
- b) ¿Es necesario el resultado que se obtiene con ella? En caso afirmativo, ¿a qué se debe que sea necesario?
- c) ¿Es necesaria la operación porque la anterior no se ejecutó debidamente?
- d) ¿El propósito de la operación puede lograrse de otra manera?
- e) Si se efectúa para mejorar el aspecto exterior del producto, ¿el costo suplementario que representa mejora las posibilidades de venta?
- f) ¿La operación se efectúa para responder a las necesidades de todos los que utilizan el producto? ó ¿se implantó para atender a las exigencias de uno o dos clientes nada más?



Manipulación de materiales:

- a) ¿Se invierte mucho tiempo en llevar y traer el material del puesto de trabajo en proporción con el tiempo invertido en manipularlo en dicho puesto?
- b) ¿Está el almacén en un lugar cómodo?
- c) ¿Deberían idearse plataformas, bandejas, contenedores o paletas especiales para manipular la mercancía con facilidad y sin daños?
- d) ¿En qué lugar de la zona de trabajo deberían colocarse los materiales que llegan o que salen?
- e) ¿Puede idearse un recipiente que permita alcanzar el material más fácilmente?
- f) ¿Están los puntos de carga y descarga de los camiones en lugares céntricos?
- g) ¿La materia prima que llega se podría descargar en el primer puesto de trabajo para evitar la doble manipulación?
- h) ¿Podrían combinarse operaciones en un solo puesto de trabajo para evitar la doble manipulación?
- i) ¿Pueden cambiarse de lugar los almacenes y las pilas de materiales para optimizar la distribución y los traslados?

Condiciones de trabajo:

- a) ¿La luz es uniforme y suficiente en todo momento?



- b) ¿Se proporciona en todo momento la temperatura más agradable?; y en caso contrario, ¿no podrían utilizar ventiladores
- c) ¿Se justificaría la instalación de aparatos de aire acondicionado?
- d) ¿Se pueden reducir los niveles de ruido?
- e) En el caso de existir ¿Se pueden eliminar los vapores, humo o el polvo en el área de trabajo?
- f) ¿Con cuánta frecuencia se limpia el lugar de trabajo?
- g) ¿Se han tenido debidamente en cuenta los factores de seguridad?
- h) ¿Se enseñó al trabajador a evitar accidentes?

Enriquecimiento de la tarea del operario:

- a) ¿Es la tarea aburrida o monótona?
- b) ¿Puede el operario efectuar el mantenimiento de sus propias herramientas?
- c) ¿Puede el operario realizar la inspección de su propio trabajo?
- d) ¿Se puede dar al operario un conjunto de tareas y dejarle que programe el trabajo a su manera?
- e) ¿Recibe el operario regularmente información sobre su rendimiento?
- f) ¿El ritmo de la operación está determinado por el de la máquina?

Organización del trabajo:

- a) ¿Cómo se atribuye la tarea al operario?



- b) ¿Hay control de la hora?, en caso afirmativo, ¿cómo se verifican la hora de comienzo y fin de la tarea?
- c) ¿La disposición de la zona de trabajo da buen resultado o podría mejorarse?
- d) ¿Los materiales están bien situados?, ¿Cómo se consiguen?
- e) ¿Cómo se mide la cantidad de material acabado?
- f) ¿Existe un control preciso entre las piezas registradas y pagadas?

Disposición del lugar de trabajo:

- a) ¿Facilita la disposición de la fábrica la eficaz manipulación de los materiales?
- b) ¿Permite la disposición de la fábrica un mantenimiento eficaz?
- c) ¿Proporciona la disposición de la fábrica una seguridad adecuada?
- d) ¿Están los materiales bien situados en el lugar de trabajo?
- e) ¿Existen superficies adecuadas de trabajo para las operaciones secundarias, como la inspección?
- f) ¿Se han tomado suficientes medidas para dar comodidad al operario, previendo por ejemplo, ventiladores, sillas, enrejados de madera para los pisos mojados, etc.?



Análisis del proceso:

- a) ¿Podría algún elemento efectuarse con mejor resultado como operación aparte?
- b) Si se modificara la operación, ¿qué efecto tendría el cambio sobre las demás operaciones?; ¿y sobre el producto acabado?
- c) ¿El trabajo se inspecciona en el momento decisivo o cuando está acabado?
- d) ¿Podrían combinarse la operación y la inspección?

3.16 TÉCNICA DEL INTERROGATORIO:

Describe el medio para efectuar el examen crítico, sometiendo sucesivamente cada actividad a una serie sistemática y progresiva de preguntas. En la aplicación se presentan dos fases:

Fase I: Consiste en averiguar los cinco elementos básicos (ver tabla 3.3).

Tabla 3.3: Elementos básicos correspondientes a la fase I de la técnica del interrogatorio.

Propósito	Lugar	Sucesión	Persona	Medios
<ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué se hace? • ¿Por qué se hace? • ¿Qué otra cosa podría hacerse? • ¿Qué debería hacerse? 	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Dónde se hace? • ¿Por qué se hace allí? • ¿En qué otro lugar podría hacerse? • ¿Dónde debería hacerse? 	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuándo se hace? • ¿Por qué se hace entonces? • ¿Cuándo podría hacerse? • ¿Cuándo debería hacerse? 	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Quién lo hace? • ¿Por qué lo hace esa persona? • ¿Qué otra persona podría hacerlo? • ¿Quién lo debería hacer? 	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Cómo se hace? • ¿Por qué se hace de ese modo? • ¿De qué otro modo podría hacerse? • ¿De qué otro modo debería hacerse?

Fuente: Elaboración propia.

Estas preguntas, en el orden que se presentan, deben hacerse sistemáticamente cada vez que se comienza un estudio de métodos, puesto que, son condición básica para brindar buenos resultados.

Fase II: Preguntas de fondo:

Dichas preguntas detallan y amplían las preguntas preliminares para determinar si es factible y recomendable reemplazar el lugar, la sucesión, la persona o medios, con el fin de garantizar mejoras en el método empleado.



3.17 TIEMPO ESTÁNDAR:

El tiempo estándar es el patrón que mide el tiempo necesario para desarrollar una unidad de trabajo, usando un método y equipos dados, bajo ciertas condiciones de trabajo, ejecutado por un obrero que posea una cantidad de habilidad específica y una actitud promedio para el trabajo. Este se determina sumando el tiempo asignado a todos los elementos comprendidos en el estándar de tiempo.

Propósito:

- Base para el pago de incentivos y control presupuestal.
- Denominador común para la comparación de diversos métodos.
- Medio para asegurar una distribución del espacio disponible.
- Medio para determinar la capacidad de la planta.
- Base para la compra de un nuevo equipo.
- Base para equilibrar la fuerza laboral con el trabajo disponible.
- Mejoramiento del control de la producción
- Control exacto y determinación del costo de mano de obra.
- Cumplimiento de las normas de calidad.
- Simplificación de los problemas de dirección de la empresa.
- Mejoramiento de los servicios a los consumidores.
- Elaboración de los planes de mantenimiento.

Fórmulas:

$$TE = TPS * Cv + \Sigma (\text{Tolerancias})$$

TPS = Tiempo Promedio Seleccionado.

Cv = Calificación de la velocidad.



Ventajas:

- Reducción de los costos; al descartar el trabajo improductivo y los tiempos ociosos, la razón de rapidez de producción es mayor, esto es, se produce un mayor número de unidades en el mismo tiempo.
- Mejora de las condiciones obreras; los tiempos estándar permiten establecer sistemas de pagos de salarios con incentivos, en los cuales los obreros, al producir un número de unidades superiores a la cantidad obtenida a la velocidad normal, perciben una remuneración extra.

Aplicaciones:

- Para determinar el salario para una tarea específica.
- Ayuda a la planeación de la producción. Los problemas de producción y de ventas podrán basarse en los tiempos estándares después de haber aplicado la medición del trabajo de los procesos respectivos.
- Facilita la supervisión. Para un supervisor cuyo trabajo está relacionado con hombres, materiales, máquinas, herramientas y métodos; los tiempos de producción le servirán para lograr la coordinación de todos los elementos, sirviéndole como un patrón para medir la eficiencia productiva de su departamento.



- Es una herramienta que ayuda a establecer estándares de producción precisos y justos. Además de indicar lo que puede producirse en un día normal de trabajo, ayuda a mejorar los estándares de calidad.
- Ayuda a establecer las cargas de trabajo. Facilita la coordinación entre los obreros y las máquinas, y proporciona a la gerencia bases para inversiones futuras en maquinaria y equipo en caso de expansión.
- Ayuda a formular un sistema de costo estándar. El tiempo estándar al ser multiplicado por la cuota fijada por hora, nos proporciona el costo de mano de obra directa por pieza.
- Proporciona costos estimados. Los tiempos estándar de mano de obra, presupuestarán el costo de los artículos que se planea producir y cuyas operaciones serán semejantes a las actuales.
- Proporciona bases sólidas para establecer sistemas de incentivos y su control. Se permite establecer políticas firmes de incentivos a obreros que ayudarán a incrementar sus salarios y mejorar su nivel de vida; la empresa estará en mejor situación dentro de la competencia, pues se encontrará en posibilidad de aumentar su producción reduciendo costos unitarios.



- Ayuda a entrenar a nuevos trabajadores. Los tiempos estándar serán parámetro que mostrará a los supervisores la forma como los nuevos trabajadores aumentan su habilidad en los métodos de trabajo.

3.17 ANTECEDENTES DEL ESTUDIO DE TIEMPO:

En siglo XIV, con los estudios realizados por Perronet acerca de la fabricación de alfileres en Francia, se inició el estudio de tiempos en la empresa, pero hasta finales del siglo XIX, con las propuestas de Taylor fue que se difundió y conoció esta técnica.

El padre de la administración científica comenzó a estudiar los tiempos a comienzos de la década de los 80's, allí desarrolló el concepto de la "tarea", en el que proponía que la administración se debía encargar de la planeación del trabajo de cada uno de sus empleados y que cada trabajo debía tener un estándar de tiempo basado en el trabajo de un operario muy bien calificado.

En 1903, en la reunión de la A.S.M.E efectuada en Saratoga, Taylor presentó su famoso artículo " Administración taller", cuya metodología aceptada por muchos industriales reportando resultados muy satisfactorios. En la actualidad no existe ninguna restricción en la aplicación de estudio de tiempos en ninguna empresa o país industrializado.

3.18 ESTUDIO DE TIEMPO:

Es una actividad que implica la técnica de establecer un estándar de tiempo permisible para realizar una tarea determinada, con base en la medición del contenido del trabajo del método prescrito, con la debida consideración de la fatiga y las demoras personales y los retrasos inevitables.



a. Objetivos:

- Minimizar el tiempo requerido para la ejecución de trabajos.
- Conservar los recursos y minimizan los costos.
- Efectuar la producción sin perder de vista la disponibilidad recursos de energéticos o de la energía.
- Proporcionar un producto que es cada vez más confiable y de alta calidad.

b. Requerimientos para Realizar un Estudio de Tiempos:

- Para obtener un estándar es necesario que el operario domine a la perfección la técnica de la labor que se va a estudiar.
- El método a estudiar debe haberse estandarizado.
- El empleado debe saber que está siendo evaluado, así como su supervisor y los representantes del sindicato.
- El analista debe estar capacitado y debe contar con todas las herramientas necesarias para realizar la evaluación.
- El equipamiento del analista debe comprender al menos un cronómetro, una planilla o formato pre impreso y una calculadora.
- La actitud del trabajador y del analista debe ser tranquila y el segundo no deberá ejercer presiones sobre el primero.



c. Equipo Utilizado para el Estudio de Tiempos.

El estudio de tiempos exige cierto material fundamental como lo son: un cronómetro o tabla de tiempos, una hoja de observaciones, formularios de estudio de tiempos.

- Generalmente se utilizan dos tipos de cronómetros, el ordinario y el de vuelta a cero.
- Respecto a la tabla de tiempos, consiste en una tabla de tamaño conveniente donde se coloca la hoja de observaciones para que pueda sostenerla con comodidad el analista, y en la que se asegura en la parte superior un reloj para tomar tiempos.
- La hoja de observaciones contiene una serie de datos como el nombre del producto, nombre de la pieza, número de parte, fecha, operario, operación, nombre de la máquina, cantidad de observaciones, división de la operación en elementos, calificación, tiempo promedio, tiempo normal, tiempo estándar, meta por hora, la meta por día y el nombre del observador.
- La tabla electrónica de tiempos es una hoja hecha en Excel donde se inserta el tiempo observado y automáticamente ella calculará tiempo estándar, producción por hora, producción por turno y cantidad de operarios necesarios.



3.19 MÉTODOS PARA REALIZAR UN ESTUDIO DE TIEMPO:

Existen dos métodos básicos para realizar el estudio de tiempos, el continuo y el de regresos a cero.

Método continuo: Se deja correr el cronómetro mientras dura el estudio. En esta técnica, el cronómetro se lee en el punto terminal de cada elemento, mientras las manecillas están en movimiento. En caso de tener un cronómetro electrónico, se puede proporcionar un valor numérico inmóvil.

Método de regresos a cero: El cronómetro se lee a la terminación de cada elemento, y luego se regresa a cero de inmediato. Al iniciarse el siguiente elemento el cronómetro parte de cero. El tiempo transcurrido se lee directamente en el cronómetro al finalizar este elemento y se regresa a cero otra vez, y así sucesivamente durante todo el estudio.

Es necesario que, para llevar a cabo un estudio de tiempos, el analista tenga la experiencia y conocimientos necesarios y que comprenda en su totalidad una serie de elementos que a continuación se describen para llevar a buen término dicho estudio:

- Selección de la operación: Que operación se va a medir y su tiempo, en primer orden es una decisión que depende del objetivo general que perseguimos con el estudio de la medición. Se pueden emplear criterios para hacer la elección:
 1. El orden de las operaciones según se presentan en el proceso.
 2. La posibilidad de ahorro que se espera en la operación.



- Selección del operador: Al elegir al trabajador se deben considerar los siguientes puntos:
 1. Habilidad, deseo de cooperación, temperamento, experiencia.
 2. Actitud frente al trabajador.
 3. El estudio debe hacerse a la vista y conocimiento de todos.
 4. El analista debe observar todas las políticas de la empresa y cuidar de no criticarlas con el trabajador.
 5. No debe discutirse con el trabajador ni criticar su trabajo sino pedir su colaboración.
 6. Es recomendable comunicar al sindicato la realización de estudios de tiempos.
 7. El operario espera ser tratado como un ser humano y en general responderá favorablemente si se le trata abierta y francamente.

Se debe realiza un análisis de comprobación del método de trabajo. Nunca debe cronometrar una operación que no haya sido normalizada.

La normalización es el procedimiento por medio del cual se fija en forma escrita una norma de método de trabajo para cada una de las operaciones que se realizan en la fábrica. En estas normas se especifican el lugar de trabajo y sus características, las máquinas y herramientas, los materiales, el equipo de seguridad que se requiere para ejecutar dicha operación como lentes, mascarilla, extinguidores, delantales, botas, etc., que siempre serán entregados al operario permitiéndole ser capaz de ejecutar sus operaciones.



3.20 EJECUCIÓN DEL ESTUDIO DE TIEMPOS:

Obtener y registrar toda la información concerniente a la operación. Es importante que el analista registre toda la información pertinente obtenida mediante observación directa, en previsión de que sea necesario consultar posteriormente el estudio de tiempos. Una forma de agrupar la información es la siguiente:

1. Información que permita identificar el estudio de cuando se necesite.
2. Información que permita identificar el proceso, el método, la instalación o la máquina.
3. Información que permita identificar al operario.
4. Información que permita describir la duración del estudio.

Es necesario realizar un estudio sistemático tanto del producto como del proceso, para facilitar la producción y eliminar ineficiencias, constituyendo así el análisis de la operación y para lo que se debe considerar lo siguiente:

- Objeto de la operación.
- Diseño de la pieza.
- Tolerancias y especificaciones.
- Material.
- Proceso de manufactura.
- Preparación de herramientas y patrones.
- Condiciones de trabajo.
- Manejo de materiales.
- Distribución de máquinas y equipos.



ESTUDIO DE TIEMPOS CON CRONÓMETRO:

Es una técnica para determinar con la mayor exactitud posible, partiendo de un número limitado de observaciones, el tiempo necesario para llevar a cabo una tarea determinada con arreglo a una norma de rendimiento preestablecido.

a. Utilidad:

El cronometro se utiliza cuando:

- Se va a ejecutar una nueva operación, actividad o tarea.
- Se presentan quejas de los trabajadores o de sus representantes sobre el tiempo de una operación.
- Se encuentran demoras causadas por una operación lenta, que ocasiona retrasos en las demás operaciones.
- Se pretende fijar los tiempos estándar de un sistema de incentivos.
- Se encuentran bajos rendimientos o excesivos tiempos muertos de alguna máquina o grupo de máquinas.

b. Pasos para Realizar un Estudio de Tiempos con Cronómetro:

Preparación:

- Se selecciona la operación.
- Se selecciona al trabajador.
- Se realiza un análisis de comprobación del método de trabajo.



- Se establece una actitud frente al trabajador.

Ejecución:

- Se obtiene y registra la información.
- Se descompone la tarea en elementos.
- Se cronometra.
- Se calcula el tiempo observado.

Valoración:

- Se valora el ritmo normal del trabajador promedio.
- Se aplican las técnicas de valoración.
- Se calcula el tiempo base o el tiempo valorado.
- Análisis de demoras
- Estudio de fatiga.
- Cálculo de suplementos y sus tolerancias.
- Tiempo estándar.
- Determinación de tiempos de interferencia.
- Cálculo de tiempo estándar.

Suplementos

- Análisis de demoras.
- Estudio de fatiga.



- Cálculo de suplementos y sus tolerancias.

Tiempo estándar

- Error de tiempo estándar.
- Cálculo de frecuencia de los elementos.
- Determinación de tiempos de interferencia.
- Cálculo de tiempo estándar.

3.22 SISTEMA WESTINGHOUSE:

Consiste en la evaluación de cuatro factores de manera cuantitativa y cualitativa de forma tal que se pueda obtener su clase, su categoría y el porcentaje que corresponda para de esta manera realizar una suma algebraica que permita obtener en números o porcentaje la evaluación del operario (Ver tabla n°3.4).

Tabla n°3.4: Sistema Westinghouse

<u>HABILIDAD</u>			<u>ESFUERZO</u>		
+0.15	A1	Extrema	+0.13	A1	Excesivo
+0.13	A2	Extrema	+0.12	A2	Excesivo
+0.11	B1	Excelente	+0.10	B1	Excelente
+0.08	B2	Excelente	+0.08	B2	Excelente
+0.06	C1	Buena	+0.05	C1	Bueno
+0.03	C2	Buena	+0.02	C2	Bueno
0.00	D	Regular	0.00	D	Regular
- 0.05	E1	Aceptable	- 0.04	E1	Aceptable
- 0.10	E2	Aceptable	- 0.08	E2	Aceptable
- 0.16	F1	Deficiente	- 0.12	F1	Deficiente
- 0.22	F2	Deficiente	- 0.17	F2	Deficiente

<u>CONDICIONES</u>			<u>CONSISTENCIA</u>		
+0.06	A	Ideales	+0.04	A	Perfecta
+0.04	B	Excelentes	+0.03	B	Excelente
+0.02	C	Buenas	+0.01	C	Buena
0.00	D	Regulares	0.00	D	Regular
- 0.03	E	Aceptables	- 0.02	E	Aceptable
- 0.07	F	Deficientes	- 0.04	F	Deficiente

Fuente: Diapositiva de clases de ingeniería de métodos. Prof: Iván Turmero.

- **Habilidad:** pericia en seguir un método, se determina por su experiencia y sus aptitudes inherentes como coordinación naturaleza y ritmo de trabajo, aumenta con el tiempo.
- **Esfuerzo:** Demostración de la voluntad para trabajar con eficiencia, rapidez con que se aplica la habilidad, está bajo el control del operario.



- **Condiciones:** Aquellas que afectan al operario y no a la operación, los elementos que incluyen son: ruido, temperatura, ventilación e iluminación.
- **Consistencia:** Se evalúa mientras se realiza el estudio, al final, los valores elementales que se repiten constantemente tendrán una consistencia perfecta.

La tabla Westinghouse obtenida empíricamente, da el número de observaciones necesarias en función de la duración del ciclo y del número de piezas que se fabrican al año. Esta tabla sólo es de aplicación a operaciones muy representativas realizadas por operarios muy especializados.

3.23 CLASIFICACIÓN DE LA VELOCIDAD:

Es una técnica con equidad el tiempo requerido para que el operario normal ejecute una tarea después de haber registrado los valores observados de la operación en estudio. No existe un método universal, el analista debe ser lo más objetivo posible para poder definir el valor de la calificación(C). Es el paso más importante del procedimiento de medición del trabajo, se basa en la experiencia, adiestramiento y buenos juicios del analista.

La calificación de velocidad se realiza durante la observación de los tiempos elementales, el analista debe evaluar la velocidad, la coordinación y la efectividad; deben ajustarse los resultados a la actuación normal.

La calificación son procedimientos que se utilizan para ajustar los valores de tiempo observados de forma tal que correspondan con los tiempos requeridos para que el operario normal ejecute una tarea.



a. Requisitos de un Buen Sistema de Calificación de la velocidad:

- Que haya exactitud en sus resultados, se considera que el error debe ser muy pequeño.
- Que sus resultados sean concordantes, es decir que el error tiende a producirse siempre en un mismo sentido y con valores casi iguales en todas las aplicaciones.
- Que sea simple, que el procedimiento para calificar pueda explicarse en términos sencillos, tales que el operario pueda comprender como funciona.
- Objetividad del encargado del estudio de tiempos a la hora de establecer los niveles de ejecución.
- Que el encargado del estudio tenga bien claro lo que es un operador calificado normal.

3.24 TIEMPO NORMAL:

Es el tiempo requerido por el operario normal o estándar para realizar la operación cuando trabaja con velocidad estándar, si ninguna demora por razones personales o circunstancias inevitables. Mientras el observador del estudio de tiempos está realizando un estudio, se fijará, con todo cuidado, en la actuación del operario durante el curso del mismo. Muy rara vez esta actuación será conforme a la definición exacta de los que es la " normal ", o llamada a veces también "estándar". De aquí se desprende que es esencial hacer algún ajuste al tiempo medio observado a fin de determinar el tiempo que se requiere para que un individuo normal ejecute el trabajo a un ritmo normal. El tiempo real que emplea un operario superior al estándar para desarrollar una actividad,



debe aumentarse para igualarlo al del trabajador normal; del mismo modo, el tiempo que requiere un operario inferior estándar para desarrollar una actividad, debe aumentarse para igualarlo al del trabajador normal; del mismo modo, el tiempo que requiere un operario inferior al estándar debe reducirse al valor representativo de la actuación normal. Sólo de esta manera es posible establecer un estándar verdadero en función de un operario normal.

3.24.1 CÁLCULO DE TIEMPO NORMAL:

La longitud del estudio de tiempos dependerá en gran parte de la naturaleza de la operación individual. El número de ciclos que deberá observarse para obtener un tiempo medio representativo de una operación determinada depende de los siguientes procedimientos:

- Por fórmulas estadísticas.
- Por medio del ábaco de Lifson.
- Por medio del criterio de las tablas Westinghouse.
- Por medio del criterio de la General Electric (Ver tabla n°3.5).

Tiempo del Ciclo (min)	Observaciones a realizar
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
4.00 a 5.00	15
5.00 a 10.00	10
10.00 a 20.00	8
20.00 a 40.00	5
Más de 40.00	3

Tabla 3.5: Método general electric.



Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos93/calculo-del-tiempo-estandar-corte-tubos-portones/calculo-del-tiempo-estandar-corte-tubos-portones.shtml>

Estos procedimientos se aplican cuando se pueden realizar gran número de observaciones, pues cuando el número de éstas es limitado y pequeño, se utiliza para el cálculo del tiempo normal representativo la medida aritmética de las mediciones efectuadas.

$$TN = TPS * Cv$$

$$Cv = 1 \pm C$$

$$TE = TPS * Cv + \Sigma (\text{Tolerancias}).$$

Donde:

TN: Tiempo normal

Cv: Calificación de velocidad

TE: Tiempo estándar

3.25 TOLERANCIAS:

Después de haber calculado el tiempo normal, es necesario hacer otros cálculos para llegar al verdadero tiempo estándar, esta consiste en la adición de un suplemento o margen al tener en cuenta las numerosas interrupciones, retrasos y movimientos lentos producidos por la fatiga inherente a todo trabajo.

a. Propósito.

Agregar un tiempo suficiente al tiempo de producción normal que permita al operario de tiempo cumplir con el estándar a ritmo normal. Se expresa como un multiplicador, de modo que el tiempo normal, que consiste en elementos de trabajo productivo, se pueda ajustar fácilmente al tiempo de margen si las tolerancias son demasiadas altas los costos de producción se incrementan indebidamente y si los márgenes fueran bajos, resultarían estándares muy estrechos que causarían difíciles relaciones laborales y el fracaso eventual del sistema.



Se debe asignar una tolerancia o margen al trabajador para que el estándar resultante sea justo y fácilmente sustentable por la actuación del operario medio, a un ritmo normal y continuo.

b. Tipos:

1. Almuerzo y merienda.
2. Necesidades personales.
3. Retrasos evitables.
4. Adicionales / Extras.
5. Orden y limpieza.
6. Tiempo total del ciclo.
7. Fatiga.
8. Especiales: expresados en porcentajes, se refieren a:
9. Entrenamiento / adiestramiento.
10. Política empresa.

3.26 MÉTODO SISTEMÁTICO PARA ASIGNAR TOLERANCIA POR FATIGA:

Consiste en evaluar la forma objetiva y a través de la observación directa el comportamiento de las actividades ejecutadas por el operario, mediante un conjunto de factores los cuales poseen una puntuación según el nivel (evaluación cualitativa y cuantitativa). La sumatoria total de esos valores determina el rango y la clase (%) a que pertenece; según la jornada de trabajo que aplique, para asignarle un porcentaje del tiempo total que permite contrarrestar la fatiga.



Después de hacer la evaluación se obtiene un valor a través de la sumatoria de dichos factores, los cuales en función de la jornada de trabajo se ubican en el rango o límite correspondiente para determinar así que porcentaje de tiempo por concepto de fatiga debe asignarse.

3.27 NORMALIZACIÓN DE TOLERANCIAS:

Deducir de la jornada de trabajo los tiempos por concepto de suplementos o márgenes fijos de forma tal que se obtenga la jornada efectiva de trabajo, luego se determina cual es el porcentaje que representan las tolerancias por fatiga y necesidades personales del tiempo normal.

$$\Sigma \text{ Tolerancias} = T1 + T2 + T3 \dots Tn$$

El hecho de que los cálculos de los suplementos o tolerancias no pueden ser siempre perfectamente exactos, no justifica que se utilicen como depósitos donde acumulan los factores o elementos que se hayan omitido o pasado por alto al efectuar el estudio de tiempo. La aplicación en cualquier situación del estudio del trabajo de los suplementos o tolerancias se debe a los siguientes factores:

3.28 ESPECIFICACIONES EN LAS TRES ÁREAS GENERALES DE LAS TOLERANCIAS.

a. Necesidades personales:

Incluye interrupciones en el trabajo necesarias para el trabajador como son: viajes periódicos al bebedero de agua o baño. Las condiciones



generales de trabajo y la clase de trabajo, influirán sobre el tiempo necesario para cubrir necesidades personales. Así como el trabajo pesado a altas temperaturas requerirá de mayores tolerancias que el realiza a temperaturas moderadas.

b. Fatiga.

La fatiga se considera como una distribución en la capacidad de realizar trabajo. La fatiga es el resultado de una acumulación de productos de desecho en los músculos y en la corriente sanguínea, lo cual reduce la capacidad de los músculos para actuar. Los movimientos musculares van acompañados de reacciones químicas que necesitan alimento para sus actividades.

No se puede decir definitivamente que la producción disminuye como consecuencia de la fatiga. El que una persona realice menos trabajo durante la última hora de la jornada puede ser debido a que se encuentra cansada, pero también puede deberse a pérdida de interés o preocupación personal.

La fatiga industrial se refiere a tres fenómenos que están relacionados:

- 1.Sentimiento de cansancio.
- 2.Cambio fisiológico del cuerpo.
- 3.disminución en la capacidad de hacer trabajo.

Factores que producen fatiga:

- Constitución del individuo.



- Tipo de trabajo.
- Condiciones del trabajo.
- Monotonía y tedio.
- Ausencia de descansos apropiados.
- Alimentación del individuo.
- Esfuerzo físico y mental requeridos.
- Condiciones climáticas.
- Tiempo trabajando.

c. Tolerancias Adicionales o Extras:

En las operaciones industriales metal-mecánicas típicas y en procesos afines, el margen de tolerancias por retrasos personales inevitables y por fatiga, generalmente es alrededor del 15%.

3.29 PROCEDIMIENTO ESTADÍSTICO PARA LA DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA:

Los métodos estadísticos pueden servir de guía para determinar el número de ciclos a estudiar. Se sabe que los promedios de las muestras (\bar{X}) tomados de una distribución normal de observaciones, están normalmente distribuidos con respecto a la media de la población (μ).

El procedimiento estadístico usado para determinar el tamaño de la muestra es el siguiente:

1. Determinar el nivel de confianza (c)



2. Determinar los intervalos de confianza (I)

$$I = \bar{X} \pm \frac{tc * S}{\sqrt{n}}$$

Tal expresión supone que se conoce la desviación estándar de la población.

En general, lo anterior no se cumple, sin embargo la desviación estándar puede ser estimada mediante la desviación estándar de la muestra S, donde:

$$S = \sqrt{\frac{\sum X_i^2 - \frac{(\sum X_i)^2}{n}}{n - 1}}$$

3. Calcular el intervalo de la muestra (Im):

$$Im = \frac{2 * tc * S}{\sqrt{n}}$$

4. Criterios de decisión:

Si $Im \leq I$, aceptar

Si $Im > I$, rechazar

5. Nuevo tamaño de la muestra (N')

$$N' = \frac{4 * tc^2 * S^2}{I^2}$$

6. Contabilizar las lecturas adicionales

$$N = N' - n$$



CAPÍTULO IV

DISEÑO METODOLÓGICO

En este capítulo se describirán, todas y cada una de las herramientas utilizadas en este periodo investigativo; tales como: descripción del tipo de estudio, descripción de la población y muestra, los diferentes recursos e instrumentos utilizados, las técnicas que se llevaron a cabo para recolectar los datos y el procedimiento metodológico.

4.1 TIPO DE ESTUDIO:

De acuerdo con la estructura de la investigación a desarrollar y con el fin de cumplir con los objetivos del estudio, se implementó el método de estudio de aplicación, el cual se desenvuelve dentro de una investigación de campo y aplicada, de tipo no experimental.

- **Investigación de campo:** Es una investigación de campo, ya que, fue realizada directamente dentro del Laboratorio de Sidor, lo cual hizo posible el contacto directo entre los técnicos y los ensayos, logrando así una mayor visión e información de este.
- **Investigación evaluativa:** Luego de describir el proceso de ensayo, se evaluaron los posibles problemas que ocasionan los retrasos, así como sus causas de los mismos.
- **Estudio descriptivo:** Se dice que es un estudio descriptivo, puesto que, se describe minuciosamente cada una de las características que se encuentran inmersas en la empresa. Así, como también, se describen, la distribución física, el origen de los problemas y posibles soluciones, las



técnicas usadas en la investigación, el método de trabajo propuesto, en fin todos los aspectos señalados en la práctica.

- **Investigación aplicada:** Se utilizaron los conocimientos adquiridos en la práctica, así como los tiempos obtenidos (Promedios, Normales y Estándar), para aplicarlos en la solución del problema existente en el control de entrega de resultados a los diferentes clientes del laboratorio.
- **Investigación no experimental:** Éste estudio se realizó sin manipular las variables, se observó los ensayos tal y como las realizan los técnicos del laboratorio y se evaluaron.

4.2 POBLACIÓN Y MUESTRA:

Es importante establecer cuál es la población y si de esta se ha tomado una muestra, cuando se trata de seres vivos, en caso de objetos se debe establecer cuál será el objeto, evento o fenómeno a estudiar.

- **Población:**

La población o universo es cualquiera conjunto de unidades o elementos como personas, fincas, municipios, empresas, etc., claramente definidos para el que se calculan las estimaciones o se busca la información. Deben estar definidos las unidades, su contenido y extensión. En otras palabras; una población está determinada por sus características definitorias. Por lo tanto, el conjunto de elementos que posea esta característica se denomina población o universo.

Población es la totalidad del fenómeno a estudiar, donde las unidades de población poseen una característica común, la que se estudia y da origen a los



datos de la investigación. Entonces, una población es el conjunto de todas las cosas que concuerdan con una serie determinada de especificaciones.

En el caso del Laboratorio de Aguas, ubicada en el Laboratorio de Materia Prima, la población está definida por las actividades realizadas a las muestras recibidas de parte de los clientes, las cuales se les realizan diferentes procesos.

- **Muestra**

Cuando es imposible obtener datos de todo el universo (población) es conveniente extraer una muestra, subconjunto del universo, que sea representativa. En el proyecto se debe especificar el tamaño y tipo de muestreo a utilizar: estratificado, simple al azar, de conglomerado, proporcional, polietápico o sistemático. Cuando un investigador realiza en ciencias sociales un experimento, una encuesta o cualquier tipo de estudio, trata de obtener conclusiones generales acerca de una población determinada. Para el estudio de ese grupo, tomará una actividad, al que se conoce como muestra.

Para realizar el análisis, se tomarán como muestra, los procesos de ensayos realizados a las diferentes muestras recibidas en el laboratorio de aguas.

4.3 RECURSOS:

Para la recolección de datos se utilizaron los siguientes instrumentos:



Entrevistas

Se realizaron entrevistas a los técnicos operarios, supervisores y jefes del sector de los laboratorios.

Observación Directa

Se realizaron varias visitas al laboratorio de aguas, con el fin de analizar las observaciones respectivas del proceso, es una herramienta importante la cual permitió conseguir la información acerca de determinar la situación en la ferretería, además se logra una visión de los acontecimientos que se dan en la misma.

Materiales y EPP:

Al momento de realizar las visitas al área de trabajo se necesitó de equipos de protección personal dentro de los cuales están:

- Botas de seguridad.
- Lentes.
- Batas de laboratorio

En la realización de las entrevistas y elaboración de los borradores de las prácticas se necesitó:

- Tabla de anotaciones.
- Lápiz y Bolígrafos.
- Borrador.
- Papel.
- Cronómetro.



4.4 PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO

El procedimiento que se usará en la obtención de datos y por lo tanto para el análisis del proceso se reflejan a continuación:

1. Se realizó visitas al área de recepción y muestra con el fin de observar de manera directa el proceso operativo del técnico y familiarización del proceso.
2. Se recolectó información acerca de la situación actual de la recepción y entrega de resultados de la muestra, por medio de entrevistas a los técnicos.
3. Se revisó y analizó las fuentes de información para la formulación del marco teórico.
4. Se procedió a elaborar la carta de muestreo que refleja la situación actual, especificando los ensayos realizados a las muestras rutinarias de los clientes.
5. Se elaboraron los respectivos diagramas de proceso de los diferentes ensayos de cada muestra.
6. Se evaluó las condiciones de trabajo a través de las preguntas de la OIT al técnico de turno.
7. Se registraron los tiempos de ejecución de cada operación del ensayo, que realiza el técnico en el laboratorio de aguas.
8. Se determinó el tamaño (n) de muestra por medio del proceso estadístico.



9. Se supuso un coeficiente de confianza
10. Se determinó el intervalo de confianza.
11. Se calculó el intervalo de la muestra.
12. Se comparó el intervalo de la muestra con el intervalo de confianza.
13. Se hizo la toma y registro de tiempo n veces para disminuir el margen de error con un intervalo de confianza aceptable al momento del estudio.
14. Se calculó el tiempo promedio de cada actividad que realiza el técnico para obtener la estabilidad del tiempo del proceso.
15. Se calificó al técnico a través del sistema Westinghouse y hallar el CV.
16. Se calculó el tiempo normal.
17. Se asignaron las tolerancias con el fin de establecer los límites que tendrá el técnico a turno y así optimizar el proceso, aumentando la productividad.
18. Se normalizó las tolerancias para que de esa manera se puedan unificar criterios y facilitar la intercambiabilidad sin alterar el tiempo del proceso.
19. Se calculó el Tiempo Estándar y así tener el patrón de tiempo requerido para terminar el trabajo, en éste caso los ensayos.



CAPÍTULO V

SITUACIÓN ACTUAL

El presente capítulo mostrará la situación actual observada en el Laboratorio de Aguas, así como también el método de trabajo que allí se ejecuta y los diagramas de proceso se construyeron a partir de las observaciones realizadas en el lugar.

5.1 ¿A QUIÉN HACER EL SEGUIMIENTO?

El objetivo del laboratorio de aguas de Sidor C.A., es el estudio de las aguas usadas en el proceso productivo de la empresa. Estos estudios son realizados por los técnicos del laboratorio, por lo tanto, el seguimiento se les hizo a los técnicos, ya que de ellos depende en mayor parte, la ejecución de los respectivos ensayos a las aguas.

5.2 MÉTODO DE TRABAJO:

El proceso inicia cuando el técnico recibe la muestra en la recepción, para luego llevarla dentro del laboratorio y revisar su procedencia. Luego de revisar y conocer la procedencia de la muestra, se procede a hacer las preparaciones pertinentes antes de la ejecución de la tarea. Estas preparaciones varían respecto a la muestra recibida en el día (Ver figura 5.1 Carta de muestreo), pudiendo ser lavado de material, encendido de equipos, preparación de reactivos, etc. Entonces habiendo verificado la preparación anterior, se procede a realizar el/los ensayos a la muestra en cuestión. Una vez finalizada la ejecución del ensayo, se continúa el proceso registrando los resultados obtenidos en el formato estipulado y dichos resultados se cargan al sistema actual de la empresa.



5.3 PREGUNTAS DE LA OIT:

Se realizaron las preguntas de la OIT a los tres técnicos del laboratorio por separado, obteniendo así, diferentes percepciones de las condiciones del trabajo dentro del laboratorio.

A continuación se muestra el formato que se usó y las preguntas realizadas con sus respectivas respuestas de los técnicos A, B y C.



Preguntas de la OIT	
Trabajador: Técnico A	
Operaciones:	
¿Qué propósito tiene la operación?	Determinar la calidad de las aguas a través de los ensayos a las muestras.
¿Es necesario el resultado que se obtiene con ella?	Si es necesario, dado que, los clientes necesitan los resultados de nuestros ensayos para continuar sus procesos de producción
¿El propósito de la operación puede lograrse de otra manera?	Puede ser, dependiendo de los equipos que se tengan, pero con los que tenemos, no se puede de otra manera.
¿La operación se efectúa para responder a las necesidades de todos los que utilizan el producto?	Se utilizan para todos.
Manipulación de materiales:	
¿Se invierte mucho tiempo en llevar y traer el material del puesto de trabajo en proporción con el tiempo invertido en manipularlo en dicho puesto?	No, no se toma mucho tiempo, excepto cuando se realizan los ensayos de absorción atómica, dada la distancia que separa el laboratorio con el equipo de determinación de metales.
¿Está el almacén en un lugar cómodo?	Si, no está muy lejos. Está lo suficiente distante para resguardar la salud.
¿Deberían idearse plataformas, bandejas, contenedores o paletas especiales para manipular la mercancía con facilidad y sin daños?	Si deben idearse, por ejemplo plataformas o escalones, dado a que los técnicos somos bajos de estatura, los materiales se nos hace difícil alcanzarlos.
¿En qué lugar de la zona de trabajo deberían colocarse los materiales que llegan o que salen?	En donde actualmente los colocan.
¿Puede idearse un recipiente que permita alcanzar el material más fácilmente?	Si deberían.
¿La materia prima que llega se podría descargar en el primer puesto de trabajo para evitar la doble manipulación?	No, no se puede, dado que los encargados en traer las muestras lo hacen en la madrugada y no hay nadie a esa hora que pueda recibirlas.
¿Podrían combinarse operaciones en un solo puesto de trabajo para evitar la doble manipulación?	Si, de hecho eso lo estamos haciendo, así nos ahorramos tiempo. Dado al proceso es similar para las diferentes muestras, tratamos al mismo tiempo dichas muestras.
¿Pueden cambiarse de lugar los almacenes y las pilas de materiales para optimizar la distribución y los traslados?	No, no se puede. Pero se piensa cambiar la ubicación de la sala de muestra a una más cercana a la sala de absorción atómica.
Condiciones de trabajo:	
¿La luz es uniforme y suficiente en todo momento?	Si, la iluminación es buena.
¿Se proporciona en todo momento la temperatura más agradable?; y en caso contrario, ¿no podrían utilizar ventiladores?	No, no se proporciona, hay elevadas temperaturas para lo que debería ser en un laboratorio. No se deberían usar ventiladores, afectarían los ensayos por el posible levantamiento de polvos.
¿Se justificaría la instalación de aparatos de aire acondicionado?	Si, deberían instalar nuevos equipos de aire acondicionado o encender las UMAS
¿Se pueden reducir los niveles de ruido?	Si, si se puede.
En el caso de existir ¿Se pueden eliminar los vapores, humo o el polvo en el área de trabajo?	Si, se puede, con las campanas de ventilación.
¿Con cuánta frecuencia se limpia el lugar de trabajo?	Todos los días.
¿Se han tenido debidamente en cuenta los factores de seguridad?	Si, siempre, sobretodo la responsabilidad de cada individuo de no realizar actos inseguros.
¿Se enseño al trabajador a evitar accidentes?	Si, y constantemente se realizan charlas de seguridad, dictadas por los supervisores o el personal de seguridad industrial.



Enriquecimiento de la tarea del operario:	
¿Es la tarea aburrida o monótona?	No, por lo menos a mí no
¿Puede el operario efectuar el mantenimiento de sus propias herramientas?	Si, los operarios realizan el mantenimiento respectivo a las herramientas de trabajo
¿Puede el operario realizar la inspección de su propio trabajo?	Si, si puede.
¿Se puede dar al operario un conjunto de tareas y dejarle que programe el trabajo a su manera?	Los técnicos se rigen por las prácticas de laboratorios planteadas en las normas, y programan su trabajo de la mejor manera que se pueda realizar.
¿Recibe el operario regularmente información sobre su rendimiento?	Si, anualmente se realizan las evaluaciones respectivas de rendimiento.
¿El ritmo de la operación está determinado por el de la máquina?	Si, los técnicos somos dependientes de las máquinas con los cuales se realizan los ensayos, tales como la plancha, hornos, etc.
Organización del trabajo:	
¿Hay control de la hora?, en caso afirmativo, ¿cómo se verifican la hora de comienzo y fin de la tarea?	Si, al entrar a la empresa los técnicos deben registrar sus identificaciones (carnet-ficha), igualmente al salir de la empresa, eso determina el control de horario. Pero para iniciar la operación de ensayos, no hay control de la hora.
¿La disposición de la zona de trabajo da buen resultado o podría mejorarse?	Si, sí podría.
¿Los materiales están bien situados?, ¿Cómo se consiguen?	Si lo están. Algunos materiales están en el almacén para cuando se requieran.
Análisis del proceso:	
¿Podría algún elemento efectuarse con mejor resultado como operación aparte?	De poder, se puede, pero con los instrumentos e insumos que tenemos solo podemos hacerlo de ésta manera.
Si se modificara la operación, ¿qué efecto tendría el cambio sobre las demás operaciones?; ¿y sobre el producto acabado?	Existen varios ensayos que deben hacerse primero que otros y de una manera específica, si se modificara la operación, esto podría alterar los resultados de los ensayos.
¿El trabajo se inspecciona en el momento decisivo o cuando está acabado?	El trabajo se inspecciona a todo momento por nosotras mismas.
¿Podrían combinarse la operación y la inspección?	Si, eso es lo que hacemos.

Tabla 5.1 Preguntas OIT Técnico A

Fuente: Elaboración propia



Preguntas de la OIT	
Trabajador: Técnico B	
Operaciones:	
¿Qué propósito tiene la operación?	La operación tiene como propósito determinar la calidad de las aguas de los clientes.
¿Es necesario el resultado que se obtiene con ella?	Si es necesario, los clientes requieren de los resultados de nuestros ensayos para poner en marcha su proceso.
¿El propósito de la operación puede lograrse de otra manera?	Con otros equipos es posible que sí.
¿La operación se efectúan para responder a las necesidades de todos los que utilizan el producto?	Si, para todos.
Manipulación de materiales:	
¿Se invierte mucho tiempo en llevar y traer el material del puesto de trabajo en proporción con el tiempo invertido en manipularlo en dicho puesto?	No se invierte mucho tiempo, excepto cuando se realizan los ensayos de absorción atómica, porque el equipo queda del otro lado del laboratorio.
¿Está el almacén en un lugar cómodo?	Si, está en un lugar cómodo.
¿Deberían idearse plataformas, bandejas, contenedores o paletas especiales para manipular la mercancía con facilidad y sin daños?	Puede que sí, a veces es difícil manejar los materiales.
¿En qué lugar de la zona de trabajo deberían colocarse los materiales que llegan o que salen?	Deberían colocarlos en el laboratorio, así sería más menos riesgoso para nosotras
¿Puede idearse un recipiente que permita alcanzar el material más fácilmente?	Si, podría ser que sí.
¿La materia prima que llega se podría descargar en el primer puesto de trabajo para evitar la doble manipulación?	Podría descargarse en el primer puesto si hubiese un técnico trabajando en el turno 1.
¿Podrían combinarse operaciones en un solo puesto de trabajo para evitar la doble manipulación?	Eso actualmente lo hacemos.
¿Pueden cambiarse de lugar los almacenes y las pilas de materiales para optimizar la distribución y los traslados?	No se puede, los almacenes deben estar aislados de la zona de trabajo por los químicos que éste posee resguardado.
Condiciones de trabajo:	
¿La luz es uniforme y suficiente en todo momento?	Si, la iluminación es buena.
¿Se proporciona en todo momento la temperatura más agradable?; y en caso contrario, ¿no podrían utilizar ventiladores?	En todo momento no, pero la mayoría del tiempo es agradable. No podemos usar ventiladores.
¿Se justificaría la instalación de aparatos de aire acondicionado?	Si se justifica, ya que el sistema de refrigeración central están apagados
¿Se pueden reducir los niveles de ruido?	Si se cambian algunos equipos, entonces sí.
En el caso de existir ¿Se pueden eliminar los vapores, humo o el polvo en el área de trabajo?	Si, se puede, con las campanas de ventilación.
¿Con cuánta frecuencia se limpia el lugar de trabajo?	Al finalizar cualquier tarea, se limpia.
¿Se han tenido debidamente en cuenta los factores de seguridad?	Si, siempre, sobretodo la responsabilidad de cada individuo de no realizar actos inseguros.
¿Se enseño al trabajador a evitar accidentes?	Si, y constantemente se realizan charlas de seguridad, dictadas por los supervisores o el personal de seguridad industrial.
Enriquecimiento de la tarea del operario:	
¿Es la tarea aburrida o monótona?	Me encanta mi trabajo, no lo considero monótono y mucho menos aburrida
¿Puede el operario efectuar el mantenimiento de sus propias herramientas?	Si, los operarios realizan el mantenimiento respectivo a las herramientas de trabajo
¿Puede el operario realizar la inspección de su propio trabajo?	Si, si puede.
¿Se puede dar al operario un conjunto de tareas y dejarle que programe el trabajo a su manera?	Los técnicos se rigen por las prácticas de laboratorios planteadas en las normas, y programan su trabajo de la mejor manera que se pueda realizar.
¿Recibe el operario regularmente información sobre su rendimiento?	Si, anualmente se realizan auditorías al laboratorio.
¿El ritmo de la operación está determinado por el de la máquina?	Si, los técnicos somos dependientes de las máquinas con los cuales se realizan los ensayos, tales como la plancha, hornos, etc.
Organización del trabajo:	
¿Hay control de la hora?, en caso afirmativo, ¿cómo se verifican la hora de comienzo y fin de la tarea?	En realidad, no hay control de hora.
¿La disposición de la zona de trabajo da buen resultado o podría mejorarse?	Podría mejorarse si estuviésemos más aislados de otras plantas industriales
¿Los materiales están bien situados?, ¿Cómo se consiguen?	Si lo están. Algunos materiales están en el almacén para cuando se requieran.
Análisis del proceso:	
¿Podría algún elemento efectuarse con mejor resultado como operación aparte?	De poder, se puede, pero con los instrumentos e insumos que tenemos solo podemos hacerlo de ésta manera.
Si se modificara la operación, ¿qué efecto tendría el cambio sobre las demás operaciones?; ¿y sobre el producto acabado?	Si se modifica la operación, podría afectar en calidad de resultado, tiempo de respuesta, etc.
¿El trabajo se inspecciona en el momento decisivo o cuando está acabado?	El trabajo se inspecciona a todo momento por nosotras mismas.
¿Podrían combinarse la operación y la inspección?	Si se puede.

Tabla 5.2 Preguntas OIT Técnico B

Fuente: Elaboración propia



Preguntas de la OIT	
Trabajador: Técnico C	
Operaciones:	
¿Qué propósito tiene la operación?	Determinar la calidad de las aguas a través de los ensayos a las muestras.
¿Es necesario el resultado que se obtiene con ella?	Si es necesario, dado que, los clientes necesitan los resultados de nuestros ensayos para continuar sus procesos de producción
¿El propósito de la operación puede lograrse de otra manera?	Puede ser, dependiendo de los equipos que se tengan, pero con los que tenemos, no se puede de otra manera.
¿La operación se efectúa para responder a las necesidades de todos los que utilizan el producto?	Se utilizan para todos.
Manipulación de materiales:	
¿Se invierte mucho tiempo en llevar y traer el material del puesto de trabajo en proporción con el tiempo invertido en manipularlo en dicho puesto?	No, no se toma mucho tiempo, excepto cuando se realizan los ensayos de absorción atómica, dada la distancia que separa el laboratorio con el equipo de determinación de metales.
¿Está el almacén en un lugar cómodo?	Si, no está muy lejos. Está lo suficiente distante para resguardar la salud.
¿Deberían idearse plataformas, bandejas, contenedores o paletas especiales para manipular la mercancía con facilidad y sin daños?	Si deben idearse, por ejemplo plataformas o escalones, dado a que los técnicos somos bajos de estatura, los materiales se nos hace difícil alcanzarlos.
¿En qué lugar de la zona de trabajo deberían colocarse los materiales que llegan o que salen?	En donde actualmente los colocan.
¿Puede idearse un recipiente que permita alcanzar el material más fácilmente?	Si deberían.
¿La materia prima que llega se podría descargar en el primer puesto de trabajo para evitar la doble manipulación?	No, no se puede, dado que los encargados en traer las muestras lo hacen en la madrugada y no hay nadie a esa hora que pueda recibirlas.
¿Podrían combinarse operaciones en un solo puesto de trabajo para evitar la doble manipulación?	Si, de hecho eso lo estamos haciendo, así nos ahorramos tiempo. Dado al proceso es similar para las diferentes muestras, tratamos al mismo tiempo dichas muestras.
¿Pueden cambiarse de lugar los almacenes y las pilas de materiales para optimizar la distribución y los traslados?	No, no se puede. Pero se piensa cambiar la ubicación de la sala de muestra a una más cercana a la sala de absorción atómica.
Condiciones de trabajo:	
¿La luz es uniforme y suficiente en todo momento?	Si, la iluminación es buena.
¿Se proporciona en todo momento la temperatura más agradable?; y en caso contrario, ¿no podrían utilizar ventiladores?	No, no se proporciona, hay elevadas temperaturas para lo que debería ser en un laboratorio. No se deberían usar ventiladores, afectarían los ensayos por el posible levantamiento de polvos.
¿Se justificaría la instalación de aparatos de aire acondicionado?	Si, deberían instalar nuevos equipos de aire acondicionado o encender las UMAS
¿Se pueden reducir los niveles de ruido?	Si, si se puede.
En el caso de existir ¿Se pueden eliminar los vapores, humo o el polvo en el área de trabajo?	Si, se puede, con las campanas de ventilación.
¿Con cuánta frecuencia se limpia el lugar de trabajo?	Todos los días.
¿Se han tenido debidamente en cuenta los factores de seguridad?	Si, siempre, sobretodo la responsabilidad de cada individuo de no realizar actos inseguros.
¿Se enseño al trabajador a evitar accidentes?	Si, y constantemente se realizan charlas de seguridad, dictadas por los supervisores o el personal de seguridad industrial.
Enriquecimiento de la tarea del operario:	
¿Es la tarea aburrida o monótona?	No, por lo menos a mí no
¿Puede el operario efectuar el mantenimiento de sus propias herramientas?	Si, los operarios realizan el mantenimiento respectivo a las herramientas de trabajo
¿Puede el operario realizar la inspección de su propio trabajo?	Si, si puede.
¿Se puede dar al operario un conjunto de tareas y dejarle que programe el trabajo a su manera?	Los técnicos se rigen por las prácticas de laboratorios planteadas en las normas, y programan su trabajo de la mejor manera que se pueda realizar.
¿Recibe el operario regularmente información sobre su rendimiento?	Si, anualmente se realizan las evaluaciones respectivas de rendimiento.
¿El ritmo de la operación está determinado por el de la máquina?	Si, los técnicos somos dependientes de las máquinas con los cuales se realizan los ensayos, tales como la plancha, hornos, etc.
Organización del trabajo:	
¿Hay control de la hora?, en caso afirmativo, ¿cómo se verifican la hora de comienzo y fin de la tarea?	Si, al entrar a la empresa los técnicos deben registrar sus identificaciones (carnet, ficha), igualmente al salir de la empresa, eso determina el control de horario. Pero para iniciar la operación de ensayos, no hay control de la hora.
¿La disposición de la zona de trabajo da buen resultado o podría mejorarse?	Si, sí podría.
¿Los materiales están bien situados?, ¿Cómo se consiguen?	Si lo están. Algunos materiales están en el almacén para cuando se requieran.
Análisis del proceso:	
¿Podría algún elemento efectuarse con mejor resultado como operación aparte?	De poder, se puede, pero con los instrumentos e insumos que tenemos solo podemos hacerlo de ésta manera.
Si se modificara la operación, ¿qué efecto tendría el cambio sobre las demás operaciones?; ¿y sobre el producto acabado?	Existen varios ensayos que deben hacerse primero que otros y de una manera específica, si se modificara la operación, esto podría alterar los resultados de los ensayos.
¿El trabajo se inspecciona en el momento decisivo o cuando está acabado?	El trabajo se inspecciona a todo momento por nosotras mismas.
¿Podrían combinarse la operación y la inspección?	Si, eso es lo que hacemos.

Tabla 5.3 Preguntas OIT Técnico C

Fuente: Elaboración propia



5.4 TÉCNICA DEL INTERROGATORIO:

Entre las técnicas usadas para conocer los procesos que se realizan en el laboratorio, se encuentra el método del interrogatorio, en la cual se realizaron preguntas directas al técnico (ver Tabla 5.4), referentes al proceso operativo, en base a criterios informativos.

Dichas interrogantes facilita información para determinar si es factible y recomendable reemplazar el lugar, la sucesión, la persona o medios, con el fin de garantizar mejoras en el método empleado.

Con el fin de averiguar los elementos básicos se realizaron las siguientes preguntas:

PROPÓSITO	
¿Qué se hace?	Se realizan ensayos a las muestras de aguas de diferentes plantas de Sidor
¿Por qué se hace?	La planta requiere información cuantitativa de los productos que están dosificando a sus aguas de proceso
¿Qué otra cosa podría hacerse?	Prácticas evaluativas, revisar prácticas operativas, mejorar formatos.
¿Qué debería hacerse?	Realizar los ensayos a las muestras de aguas de diferentes plantas de Sidor
LUGAR	
¿Dónde se hace?	En la sala de preparación de muestras y sala de absorción atómica en el laboratorio de materia prima
¿Por qué se hace allí?	Porque las condiciones para realizar los ensayos se encuentran en ese lugar
¿En qué otro lugar podría hacerse?	Ningún otro que no esté certificado ni que posea las condiciones que éste laboratorio tiene
¿Dónde debería hacerse?	En la sala de preparación de muestras y sala de absorción atómica en el laboratorio de materia prima
SUCESIÓN	
¿Cuándo se hace?	Los días en los cuales llegan las muestras, ellas llegan en el turno 2 y 3.
¿Cuándo podría hacerse?	Puede hacerse en el turno 2 y 3
¿Cuándo debería hacerse?	Debería hacerse en el turno 1, 2 y 3
PERSONA	
¿Quién lo hace?	Los técnicos capacitados en el laboratorio de aguas.
¿Por qué lo hace esa persona?	Por que son los que están capacitados y certificados por medio de las auditorias realizadas a los técnicos
¿Qué otra persona podría hacerlo?	Podrían hacerlo los técnicos II con previo entrenamiento
¿Quién lo debería hacer?	Los técnicos actuales del laboratorio de aguas

Tabla 5.4 Interrogatorio al técnico.

Fuente: Elaboración propia



5.5 CARTA DE MUESTREO

La carta de muestreo afirma la situación actual de los ensayos rutinarios realizados por los tres (3) técnicos que laboran en los diferentes turnos y tiene como finalidad, reflejar información referente a los procesos realizados en el laboratorio de aguas.

Dicha carta se realiza con la información suministrada por los técnicos a través de preguntas y respuestas directas. Las preguntas fueron hechas por el pasante y respondidas por los técnicos del laboratorio, por lo tanto, la información recopilada referente a la carta de muestreo, está validada por los técnicos del laboratorio de aguas, mas no estandarizada.

Dentro de la carta de muestreo, se reflejan los siguientes datos (Ver tabla 5.5 Carta de muestreo):

- Día en la cual se recepciona las muestras.
- Turno laboral en donde se recepciona y se inician los procesos.
- Planta procedente.
- Frecuencia que se recibe y/o se procesan las muestras.
- Número de muestras por planta.
- Nombre de la muestra.
- Análisis correspondientes a la muestra/día.
- Período de reporte final donde se presentan los resultados en el sistema al culminar el último ensayo.



Dirección de Calidad Departamento de Laboratorios Laboratorio de Aguas									
Situación Actual de Carta de muestreo de ensayos									
Dia	Turno		Planta	Frecuencia de recepción	N° de muestras/Planta	Muestra	Análisis	Reporte Final de resultados	
	Recepciona	Inicio							
Lunes	2	2	Midrex I	Diario	6	Entrada Clarif.	TSS, pH, Conduct, Dza, Alc, Cl, FeT, FeS, ZnT, ZnS, SiO2	Turno 3	
						Salida Clarif.			
						Pozo caliente			
						Pozo frío			
						Entrada de pisc.			
						Salida de pisc.	pH, TSS, Conduct, FeT		
	2	2	Midrex II	Diario	4	Entrada Clarif.	TSS, pH, Conduct, Dza, Alc, Cl, FeT, FeS, SiO2, P	Turno 3	
						Salida Clarif.			
						Poso caliente			
						Poso frío			
2	3	Medio Ambiente (Efluentes Sidor)	Mensual	5	Canal A	Visualizar carta de control de efluentes	15 días		
					Canal B				
					Canal D				
					Canal P2				
					PTAN				
2	2	Medio Ambiente (Lagunas)	Semestral	5	Laguna Manantial	pH, Turbidez, OD, DBO, DQO, CTO, Alc, Nt, Cn, F, Cl, So4, Fen, aceite, TSS, Al, Cu, Cr, Sn, Zn, FeT, Si=	60 Dias		
				5	Laguna 2 Hnas				
Martes	2	2	PR3	Diario	2	Ent Sedimentador	Conduct, TSS, Aceite	Turno 2	
						Sal Sedimentador			
	2	2	Desmineralizadora	Diario	7	Desmi 1	pH, Alc, Dza, Conduct, TDS, Materia Orgánica, Turbidez, FeT, FeS, Na, K, Al	Turno 3	
						Desmi 2			
						Desmi 3			
						Desmi 4			
						Desmi 5			
						Entr de Cromo			
	2	2	Aguas Negras	Diario	6	Sal de Cromo	Cr	Turno 3	
						Entrada Clarif.			pH, DBO, DQO, CTO, P, OD, TSS, TSV, NT
						Salida Clarif.			pH, DBO, DQO, CTO, P, OD, TSS, TSV, NT
						Aereación			pH, DBO, DQO, OD, TSS, TSV
						Digestión			pH, OD, DBO, DQO, TSS, TSV
						Recirculación			TSS, TSV
	2	2	H y L	Diario	8	Sedimentación	pH, DBO, DQO, OD, TSS, TSV	Turno 3	
						Alimentación	pH, Conduct, Alc, Dza, Cl, SiO2, FeT, NT, P		
						Domo 2	pH, Conduct, AlcF, AlcT, Dza, SiO2, FeT, O-PO4		
						Domo 3			
						Condensado B	pH, Conduct, SiO2, FeT		
						Entr Clarificador	TSS, pH, Conduct, Dza, Alc, Cl, FeT, FeS, ZnT, ZnS, SiO2, O-PO4		
	Sal Clarificador								
Pozo Caliente									
2	2	Medio Ambiente (Efluentes Sidor)	Mensual	11	Pozo Frío	Visualizar carta de control de efluentes	15 días		
					Canal DR1				
					Canal DR2				
					Sistema A				
					Sistema B				
					Sistema C				
					Entrada Midrex I			Tss, Fet	
					Salida Midrex I				
					Entrada Midrex II				
					Salida Midrex II				
Entrada Sist. A									
2	2	Ambiente (Lagunas)	Semestral	5	Laguna Pagoda	pH, Turbidez, OD, DBO, DQO, CTO, Alc, Nt, Cn, F, Cl, So4, Fen, aceite, TSS, Al, Cu, Cr, Sn, Zn, FeT, Si=	60 Dias		
				5	Laguna Ptacon				



Miercoles	2	2	PR2	Diario	6	Reposición	pH, TSS, conduct, Alc, Dza, Cl, FeT, FeS, SiO2	Turno 3
						Celda 1 y 2	pH, TSS, conduct, Alc, Dza, Cl, FeT, FeS, ZnT, ZnS, O-PO4, SiO2	
						Celda 4 y 5	pH, TSS, conduct, Alc, Dza, Cl, FeT, FeS, ZnT, ZnS, O-PO4, SiO2	
						Sum Ind		
						Ret Cel 6 y 7		Turno 3
						Sal Cel 6 y 7	pH, TSS, conduct, Alc, Dza, FeT, Dza calc.	
						Ablandada	pH, Conduct, SiO2, FeT	
						Alimentación	pH, Conduct, Alc, Dza, Cl, SiO2, FeT	
						Caldera B	pH, Conduct, Alc, AlCF, Dza, Cl, SiO2, P, FeT	Turno 3
						Condensado B	pH, Conduct, SiO2, FeT	
						Entrada		
						Salida		
Jueves	2	2	Planta de vapor	Diario	4	Pozo caliente	TSS, pH, Conduct, Dza, Alc, Cl, FeT, FeS, ZnT, ZnS, SiO2	Turno 3
						Pozo frío		
						Entrada de pisc.	pH, TSS, Conduct, FeT	
						Salida de pisc.		
	2	2	Midrex I	Diario	6	Entrada		Turno 3
						Salida		
						Pozo caliente	TSS, pH, Conduct, Dza, Alc, Cl, FeT, FeS, SiO2, P	
						Pozo frío		
	2	2	Midrex II	Diario	4	Entrada		Turno 3
						Salida		
						Pozo caliente		
						Pozo frío		
Viernes	2	2	Graver	Diario	5	Entr Clarificador	pH, Alc, Dza, Cl, TSS, FeT, ZnT, ZnS, Al, SiO2	Turno 3
						Sal Clarificador	pH, Dza, TSS, Fet, ZnT, ZnS, Al, SiO2	
						Ablandada	Turb, pH, Dza, FeT, ZnT, ZnS, Al, SiO2	
						POT Plan IV	Turb, pH, Conduct, Alc, Dza, Cl, FeT, ZnT, ZnS, Al, O-PO4	
	2	2	Marley	Diario	2	POT Permutit	Turb, pH, Conduct, Alc, Dza, FeT, ZnT, ZnS, Al, O-PO4	Turno 3
						Suministro	pH, Conduct, Alc, Dza, Cl, TSS, FeT, ZnT, ZnS, O-PO4, SiO2	
						Retorno	pH, Conduct, Alc, Dza, Cl, TSS, FeT, ZnT, ZnS, O-PO4, SiO2	
						Reposición	pH, Conduct, Alc, Dza, Cl, Tss, FeT, FeS, SiO2	
	2	2	PR3	Diario	11	Sum Sist I		Turno 3
						Sum Sist II	pH, Conduct, Alc, Dza, Cl, Tss, FeT, FeS, ZnT, ZnS, O-PO4 SiO2	
						Sum Sist III		
						Ret Sist II		
Sabado	2	2	Ambiente (Canales y Sistemas)	Mensual	10	Ret Sist III		Turno 2
						Entr Clarificador		
						Sal Clarificador	Conduct, TSS, Aceite	
						Ent Sedimentador		
						Sal Sedimentador		Turno 3
						Salida de filtros		
	2	2	Midrex I	Diario	6	Entrada	TSS, pH, Conduct, Dza, Alc, Cl, FeT, FeS, ZnT, ZnS, SiO2	
						Salida		
						Pozo caliente		
						Pozo frío		
						Entrada de pisc.	pH, Cond, TSS, FeT	Turno 3
						Salida de pisc.		
	2	2	Midrex II	Diario	4	Entrada		
						Salida	TSS, pH, Conduct, Dza, Alc, Cl, FeT, FeS, SiO2, P	
Domingo						Poso caliente		Turno 3
						Poso frío		
	2	2	Ambiente (Lagunas, PTO, PG, 2Mn, 2Hnas)	Semestral	5	PTO - N		
						PTO - S	Turb, DQO, Alc, Nt, CN, F, Cl, SO4, Fenol, Aceite, TS, TSS, Al, Cu, Cr, Sn, Zn, FeT, S	
						PTO - E		Trimestral
						PTO - O		
						PTO - C		
	2	2	Planta de vapor	Diario	4	Ablandada	pH, Conduct, SiO2, FeT	
						Alimentación	pH, Conduct, Alc, Dza, Cl, SiO2, FeT	Turno 3
						Caldera B	pH, Conduct, Alc, AlCF, Dza, Cl, SiO2, P, FeT	
						Condensado B	pH, Conduct, SiO2, FeT	
						Entr Clarificador	pH, Alc, Dza, Cl, TSS, FeT, ZnT, ZnS, Al, SiO2	
Todos los días	2	2	Graver	Diario	5	Sal Clarificador	pH, Dza, TSS, Fet, ZnT, ZnS, Al, SiO2	Turno 3
						Ablandada	Turb, pH, Dza, FeT, ZnT, ZnS, Al, SiO2	
						POT Plan IV	Turb, pH, Conduct, Alc, Dza, Cl, FeT, ZnT, ZnS, Al, O-PO4	
						POT Permutit	Turb, pH, Conduct, Alc, Dza, FeT, ZnT, ZnS, Al, O-PO4	
	2	2	Marley	Diario	2	Suministro	pH, Conduct, Alc, Dza, Cl, TSS, FeT, ZnT, ZnS, O-PO4, SiO2	Turno 3
						Retorno	pH, Conduct, Alc, Dza, Cl, TSS, FeT, ZnT, ZnS, O-PO4, SiO2	
	2	2	PR2	Diario	4	Suministro 80 PPM		
						Retorno 80PPm	TSS, Aceite	
						Ciclón de mezcla		Turno 2
						Sal 50PPM		

Tabla 5.5 Carta de muestreo

Fuente: Elaboración propia



5.6 DIAGRAMA DE PROCESO ACTUAL

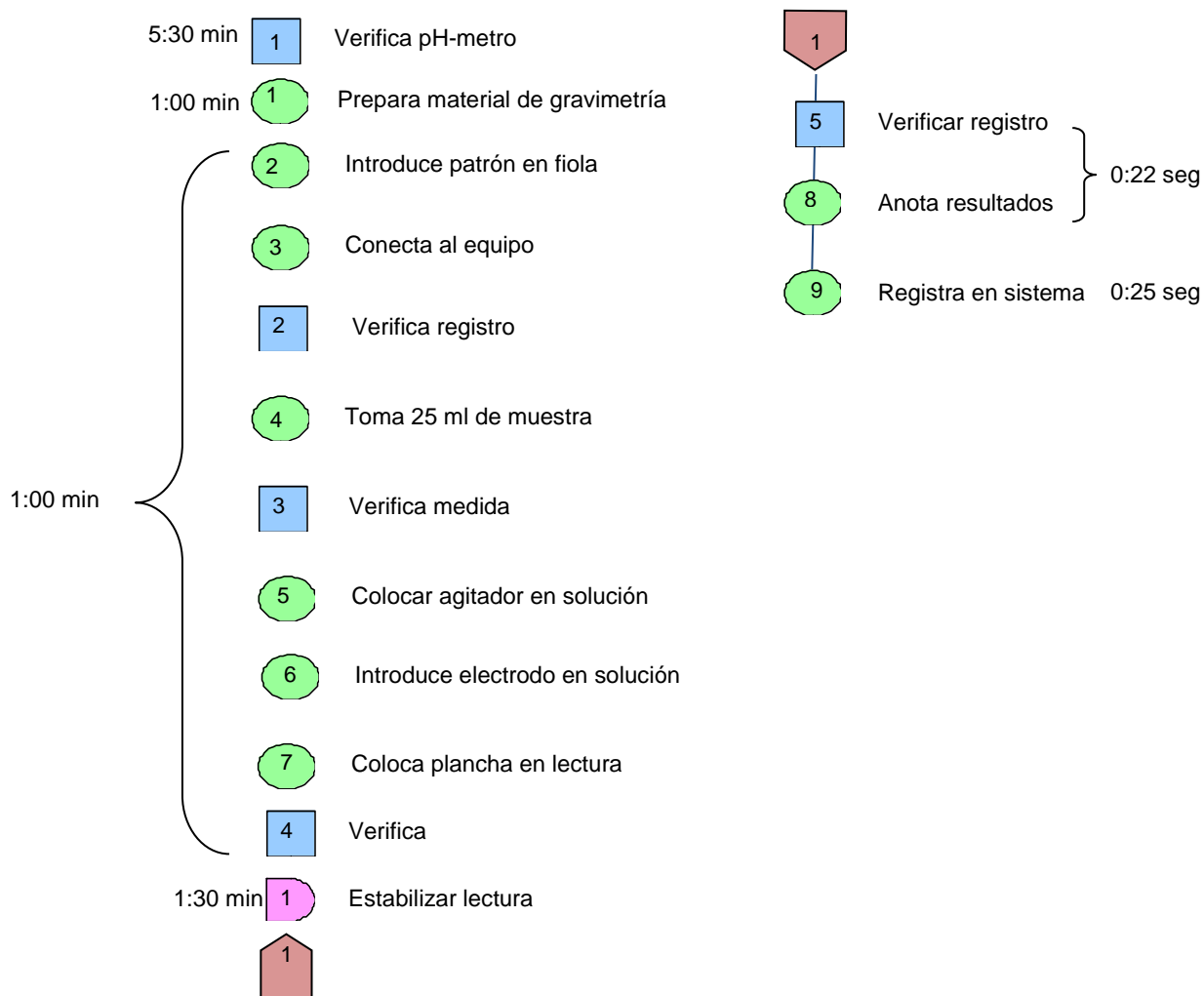
Los diagramas presentados a continuación, están elaborados en base a la información descrita en las prácticas de laboratorios y por los técnicos. Estas prácticas describen los procedimientos que el técnico operativo debe realizar al momento de ejecutar el ensayo, señalando los procesos, verificaciones, recorridos, demoras y almacenaje de materiales y/o equipos.



DIAGRAMA DE PROCESO






Código:	PRALAB07008
Método	Actual
Seguim.	Operario
Fecha:	13/01/2015

Título: Determinación de pH	Proceso: Laboratorios
	Sub - proceso: Laboratorio de aguas
Inicio: Verifica pH-metro	Fin: Registra en el sistema





RESUMEN:

Tipo de operación	Cantidad de Operaciones
	09
	05
	00
	01 (Total = 2 min.)
	00
TOTAL	15

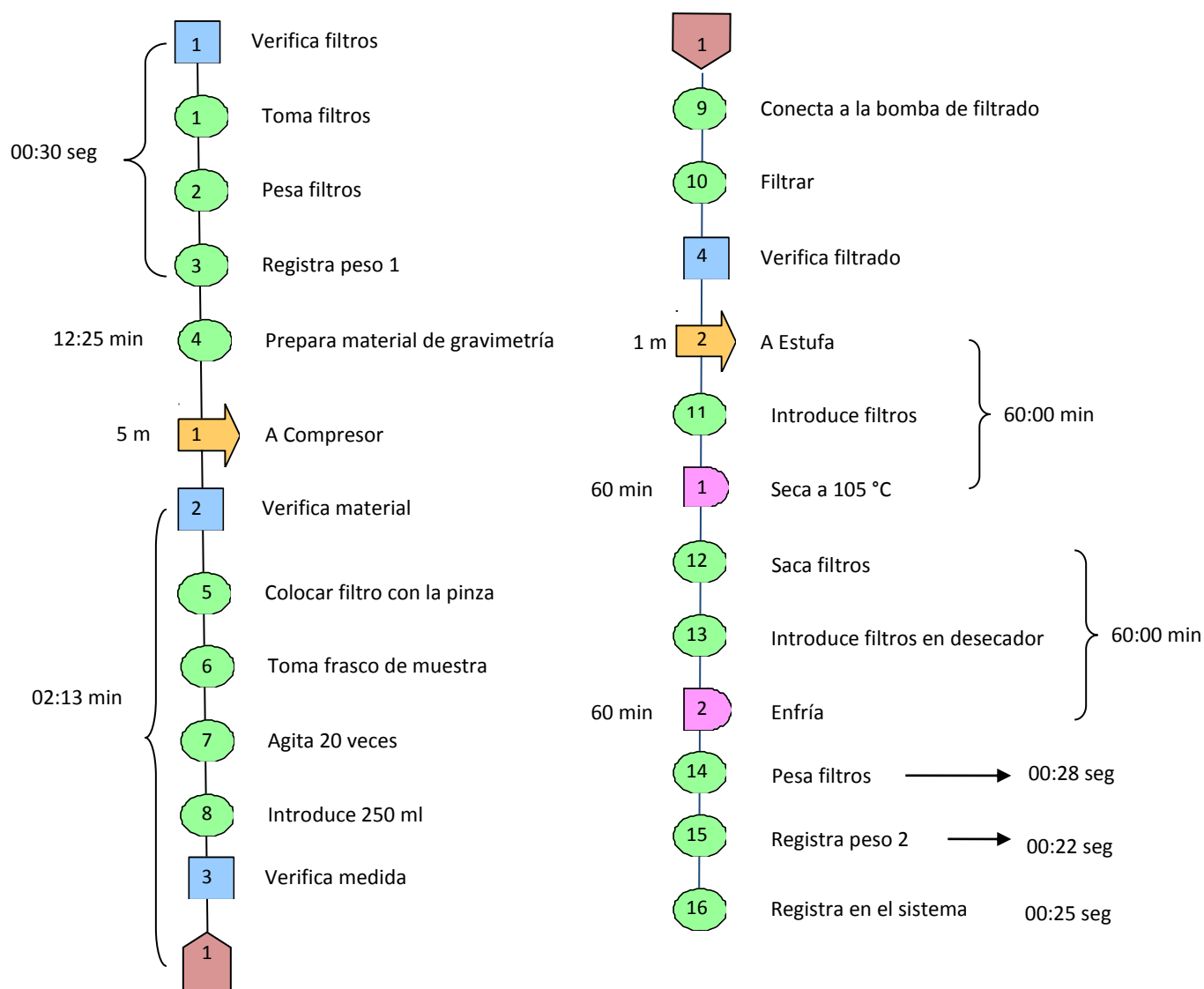
	Tprom
Tiempo promedio de pH	00:09:47



DIAGRAMA DE PROCESO






Código:	PRALAB07010
Método	Actual
Seguim.	Operario
Fecha:	13/01/2015

Título: Total de Sólidos Suspendidos	Proceso: Laboratorios
	Sub - proceso: Laboratorio de aguas
Inicio: Verifica Filtros	Fin: Registra en el sistema





RESUMEN:

Tipo de operación	Cantidad de Operaciones
	16
	04
	02 (Total = 6 m)
	02 (Total = 120 min.)
	00
TOTAL	24

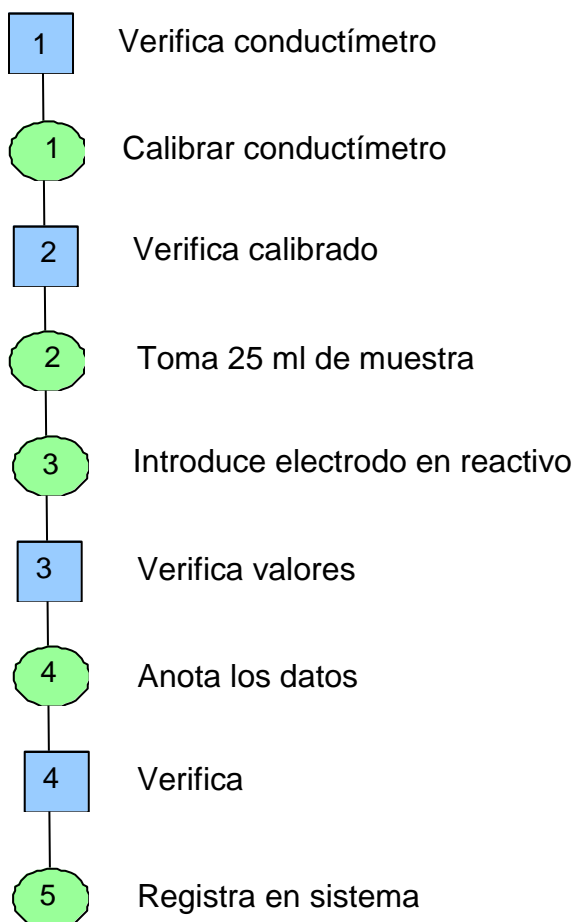
	Tprom
Tiempo promedio de TSS	02:16:23



DIAGRAMA DE PROCESO

Código:	PRALAB07007
Método	Actual
Seguim.	Operario
Fecha:	13/01/2015

Título: Determinación de Conductividad	Proceso: Laboratorios
	Sub - proceso: Laboratorio de aguas
Inicio: Verificar conductímetro	Fin: Registra en sistema





RESUMEN:








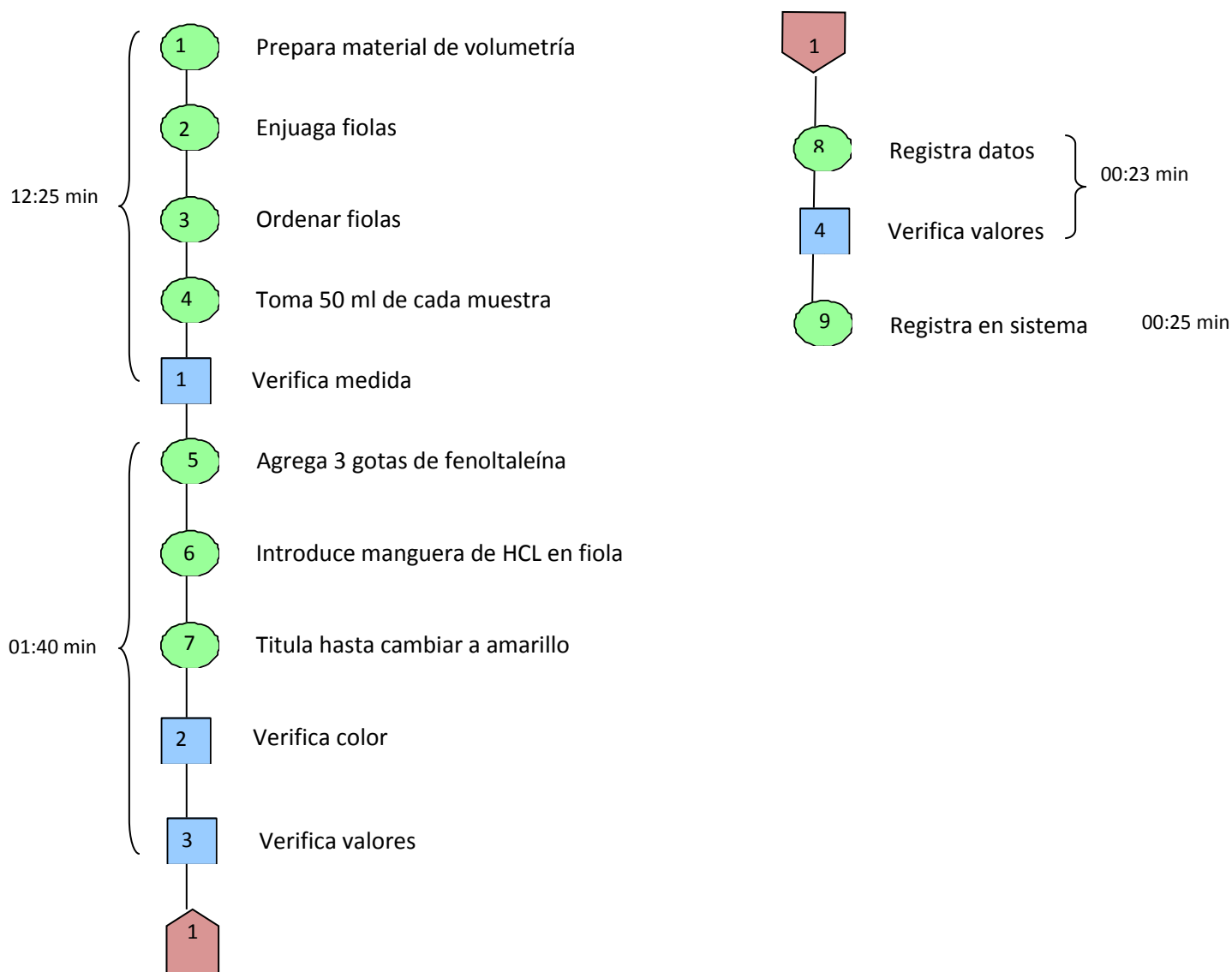
Operación	Cantidad de Operaciones
	05
	04
	00
	00
	00
TOTAL	09



DIAGRAMA DE PROCESO






Código:	PRALAB07004
Método	Actual
Seguim.	Operario
Fecha:	13/01/2015

Título: Alcalinidad	Proceso: Laboratorios
	Sub - proceso: Laboratorio de aguas
Inicio: Prepara material de volumetría	Fin: Registra en sistema





RESUMEN:

Tipo de operación	Cantidad de Operaciones
	09
	04
	00
	00
	00
TOTAL	13

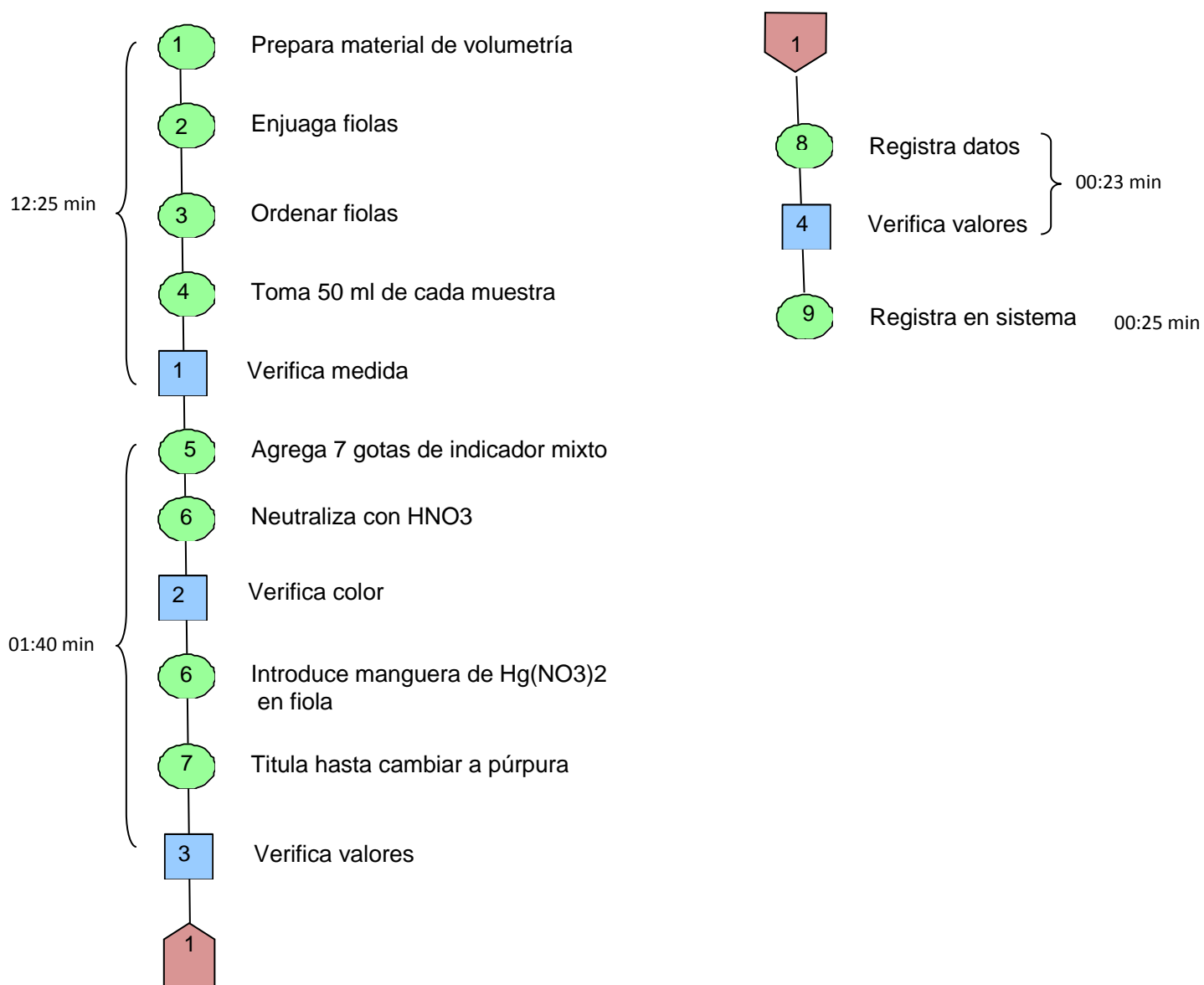
	Tprom
Tiempo promedio de Alc	00:14:42



DIAGRAMA DE PROCESO






Código:	PRALAB07004
Método	Actual
Seguim.	Operario
Fecha:	13/01/2015

Título: Alcalinidad Fenoltaleínica	Proceso: Laboratorios
	Sub - proceso: Laboratorio de aguas
Inicio: Prepara material de volumetría	Fin: Registra en sistema





RESUMEN:

Tipo de operación	Cantidad de Operaciones
	09
	04
	00
	00
	00
TOTAL	13

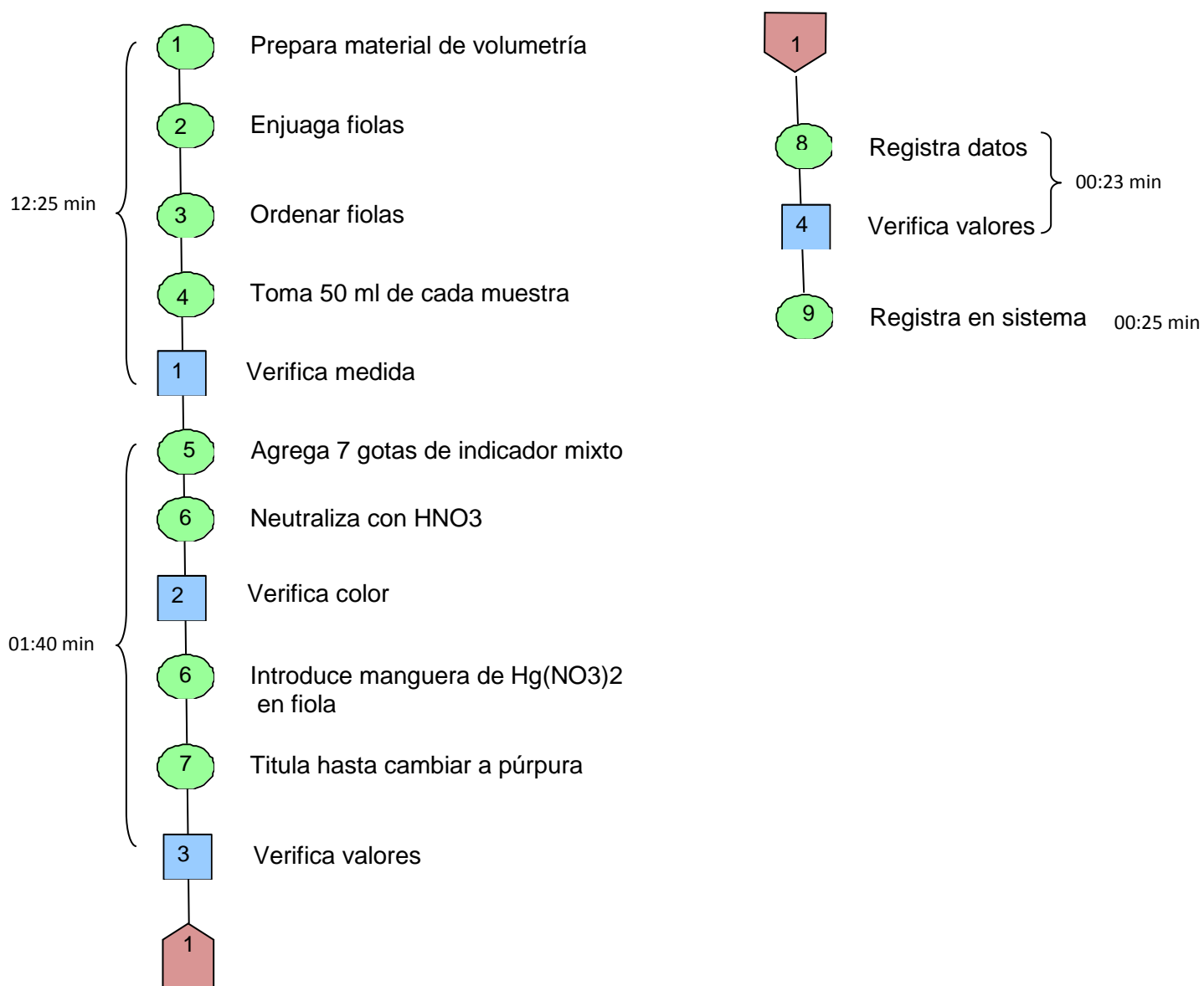
	Tprom
Tiempo promedio de AlcF	00:14:42



DIAGRAMA DE PROCESO






Código:	PRALAB07006
Método	Actual
Seguim.	Operario
Fecha:	13/01/2015

Título: Cloruro	Proceso: Laboratorios
	Sub - proceso: Laboratorio de aguas
Inicio: Prepara material de volumetría	Fin: Registra en sistema

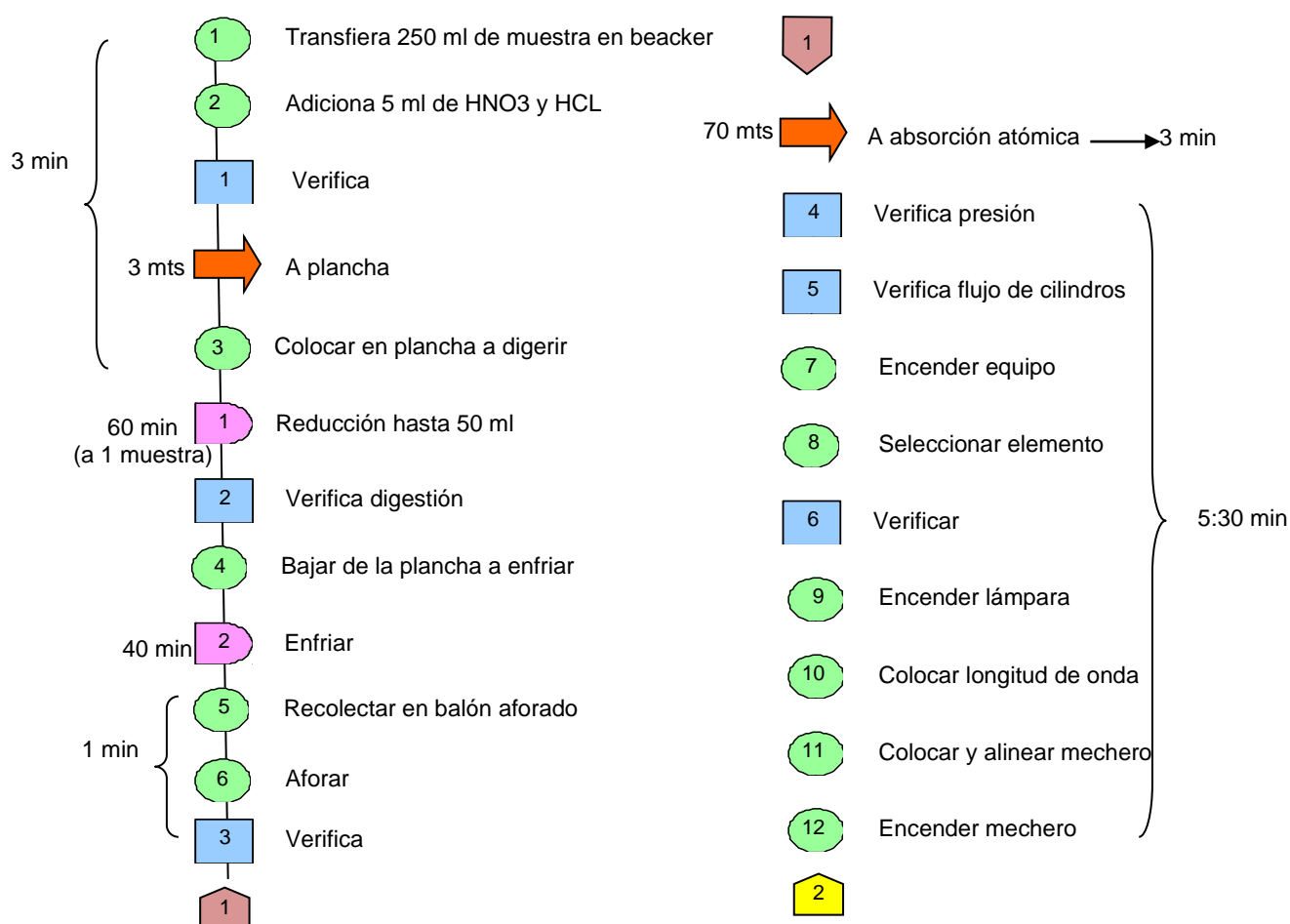
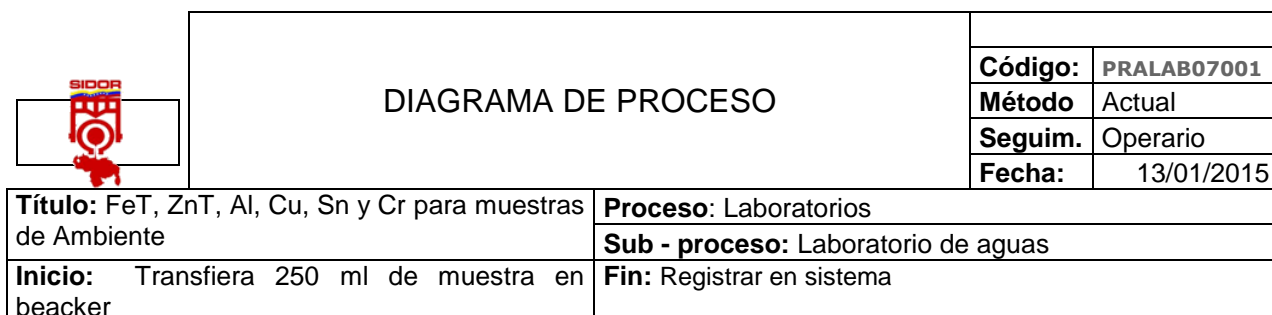




RESUMEN:

Tipo de operación	Cantidad de Operaciones
	09
	04
	00
	00
	00
TOTAL	13






	Tprom
Tiempo promedio de CI	00:14:42







RESUMEN:

Operación	Cantidad de Operaciones
	20
	12
	03 (Total = 143 m)
	02 (Total = 100 min.)
	00
TOTAL	37

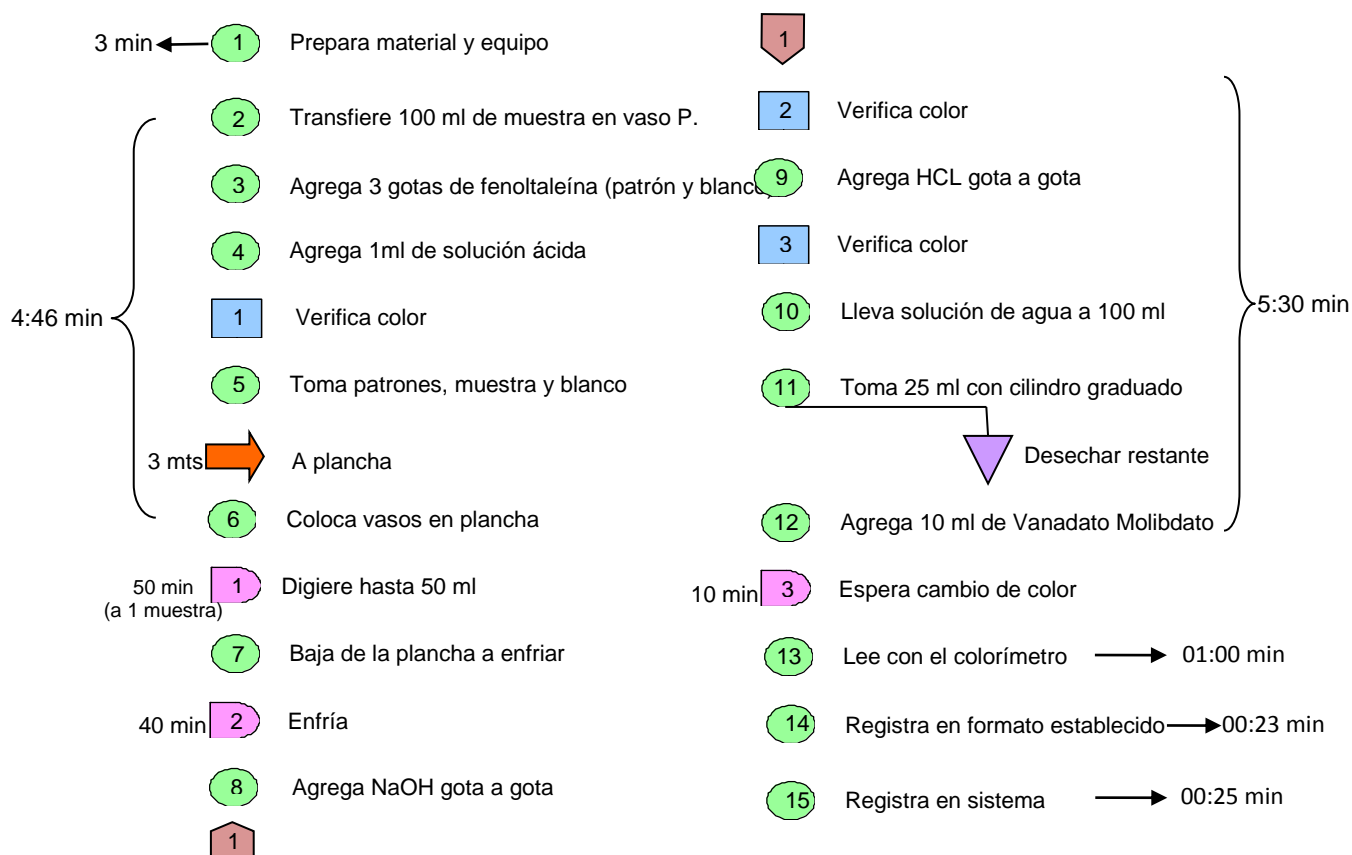
	Tprom
Tiempo promedio de Metales	01:49:55



DIAGRAMA DE PROCESO






Código:	PRALAB07003
Método	Actual
Seguim.	Operario
Fecha:	13/01/2015

Título: Fosfato	Proceso: Laboratorios
	Sub - proceso: Laboratorio de aguas
Inicio: Prepara material y equipo	Fin: Registra en el sistema





RESUMEN:

Operación	Cantidad de Operaciones
	15
	03
	01 (Total = 3 m)
	03 (Total = 100 min.)
	01
TOTAL	23

	Tprom
Tiempo promedio de Po4	01:45:01



DIAGRAMA DE PROCESO

Código:	PRALAB07003
Método	Actual
Seguim.	Operario
Fecha:	13/01/2015

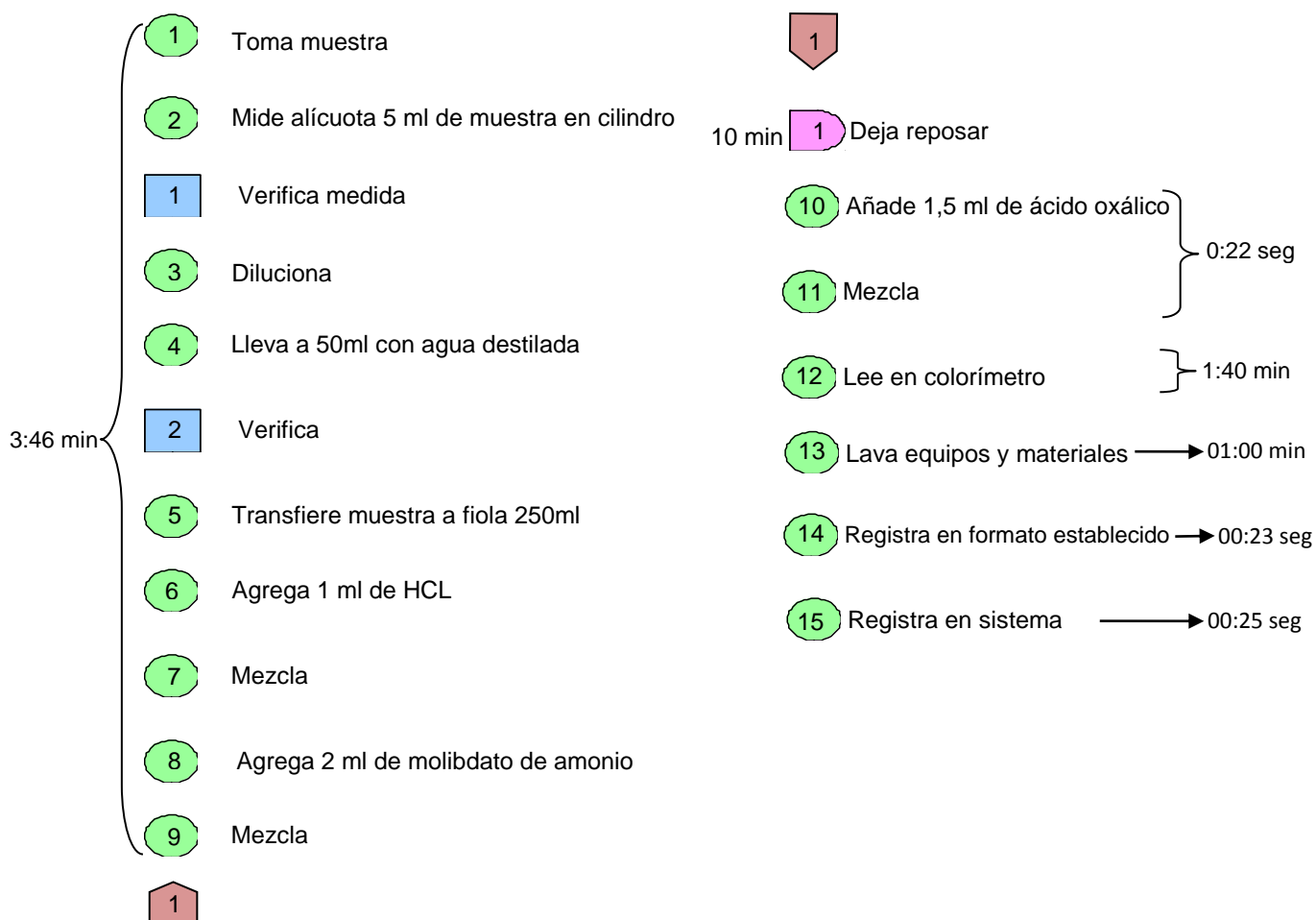
Título: Determinación de Sílice SiO₂

Proceso: Laboratorios

Sub - proceso: Laboratorio de aguas






Inicio: Toma muestra

Fin: Registra en sistema





RESUMEN:

Operación	Cantidad de Operaciones
	15
	02
	01 (Total = 3 m)
	01 (Total = 10 min.)
	00
TOTAL	19

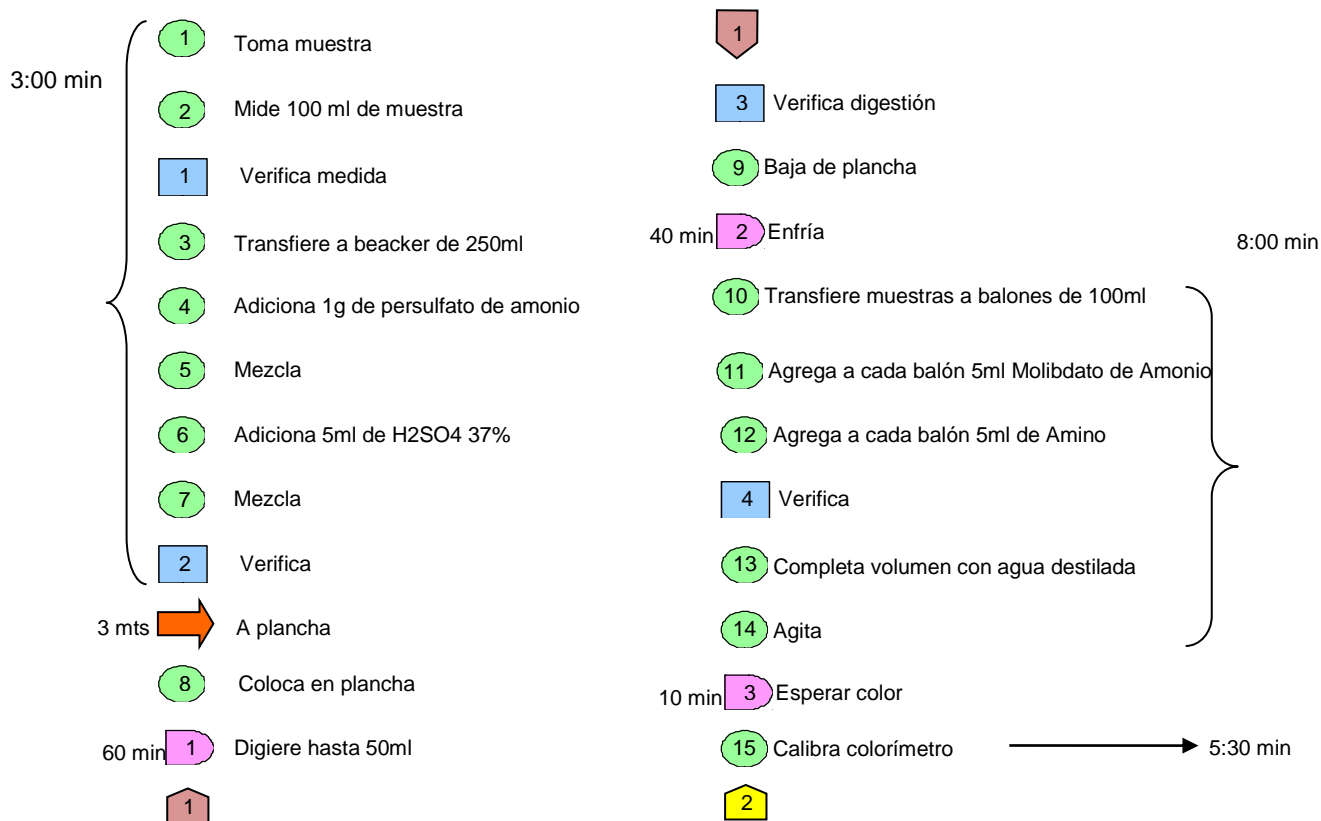
	Tprom
Tiempo promedio de SiO2	00:16:51



DIAGRAMA DE PROCESO

Código:	PRALAB07003
Método	Actual
Seguim.	Operario
Fecha:	13/01/2015

Título: Determinación de Fósforo	Proceso: Laboratorios
	Sub - proceso: Laboratorio de aguas
Inicio: Toma muestra	Fin: Registra en sistema





Leer absorbancia a 690 nm



Verifica

1:00 min



Lavar y guardar equipos → 1:00 min



Registra en formato establecido → 00:23 seg



Registra en sistema → 00:25 seg

RESUMEN:

Operación	Cantidad de Operaciones
	19
	05
	01 (Total = 3 m)
	03 (Total = 110 min.)
	00
TOTAL	28

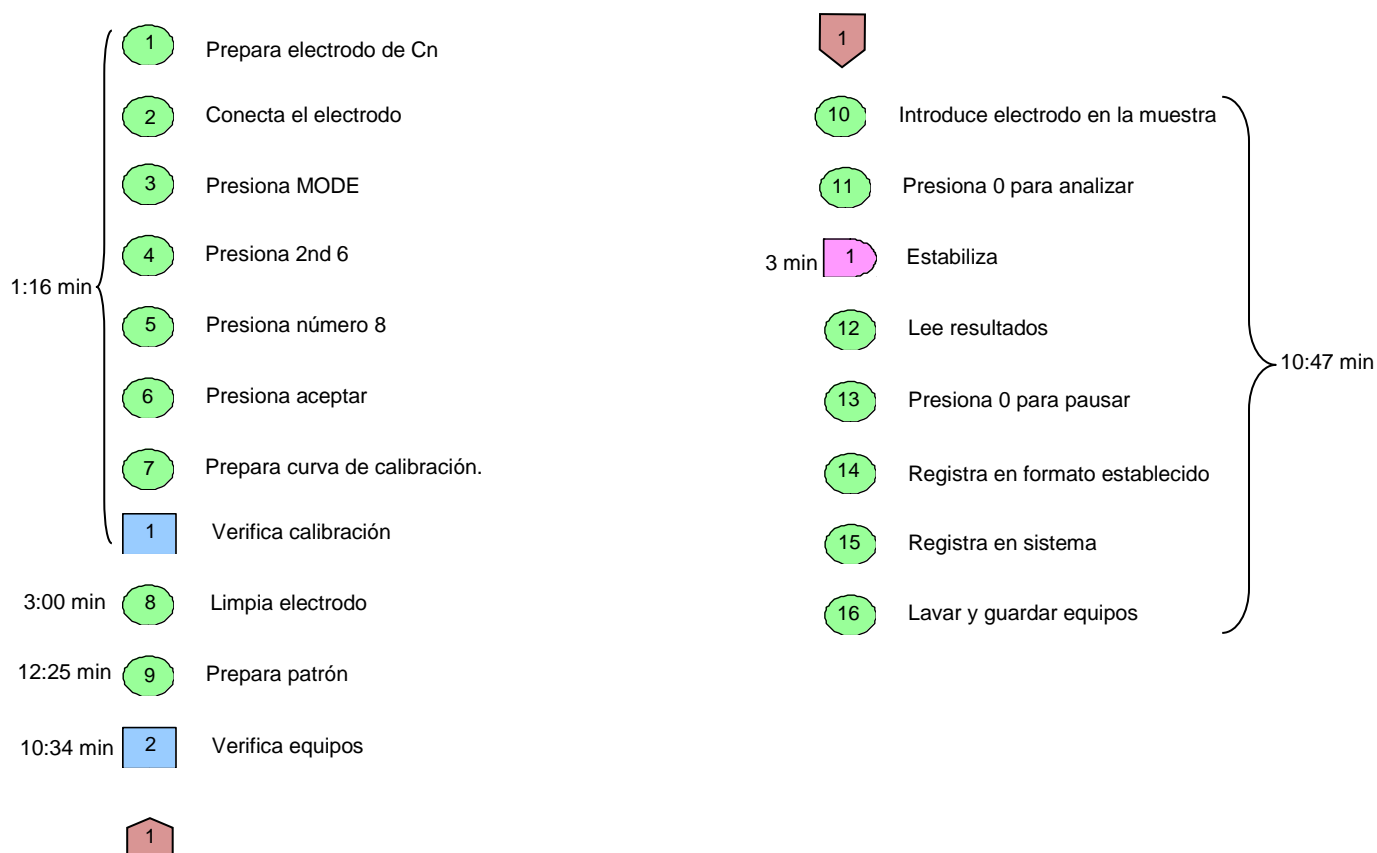
	Tprom
Tiempo promedio de Fósforo	01:58:53



DIAGRAMA DE PROCESO






Código:	PRALAB07016
Método	Actual
Seguim.	Operario
Fecha:	13/01/2015

Título: Determinación de Cianuro	Proceso: Laboratorios
	Sub - proceso: Laboratorio de aguas
Inicio: Prepara electrodo Cn	Fin: Lavar y guardar equipos





RESUMEN:

Operación	Cantidad de Operaciones
	16
	02
	00
	01 (Total = 3 min)
	00
TOTAL	19

	Tprom
Tiempo promedio de Cianuro	00:37:42



DIAGRAMA DE PROCESO

Código:	PRALAB07016
Método	Actual
Seguim.	Operario
Fecha:	13/01/2015

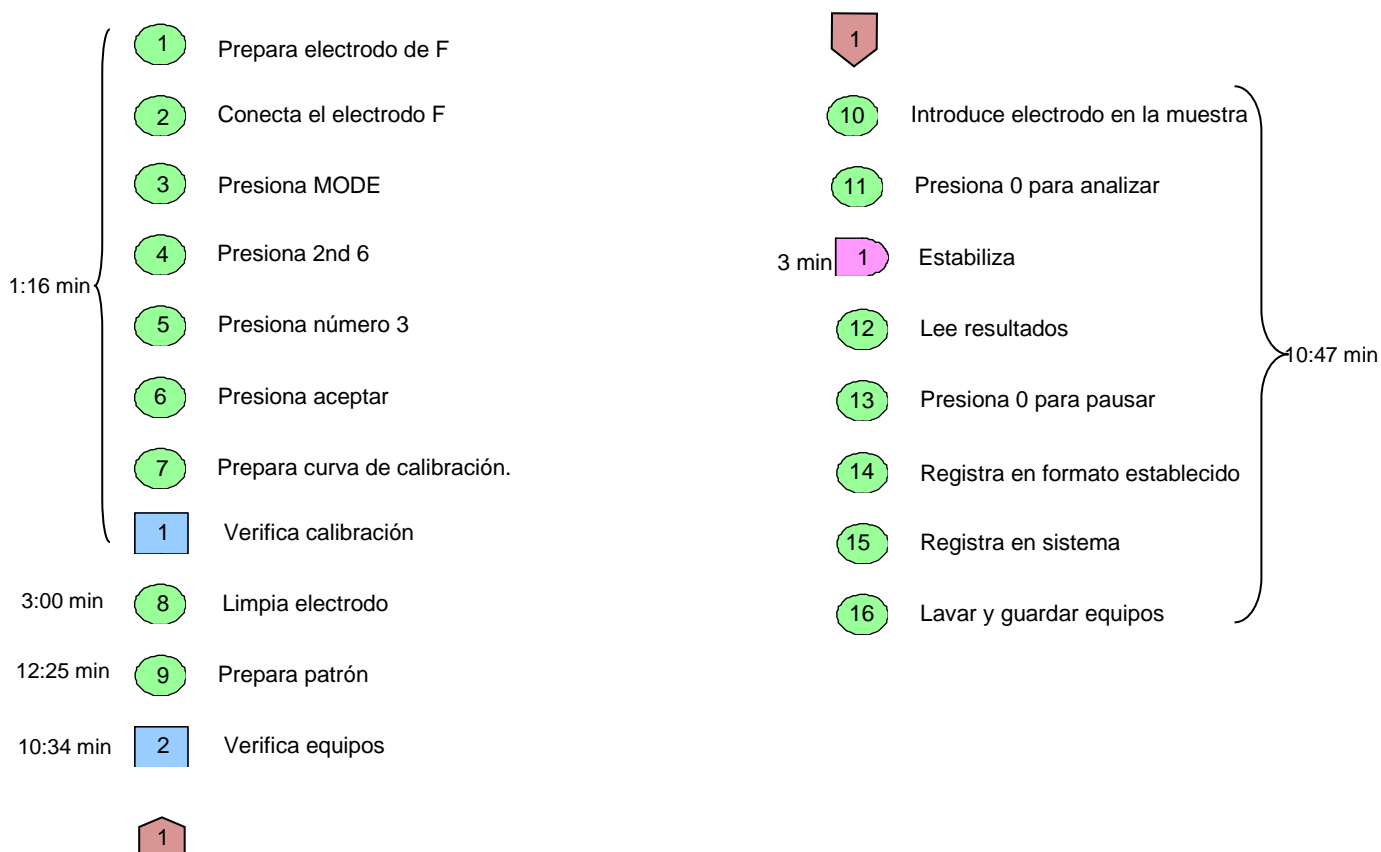
Título: Determinación de Fluoruro

Proceso: Laboratorios

Sub - proceso: Laboratorio de aguas






Inicio: Prepara electrodo F

Fin: Lavar y guardar equipos





RESUMEN:

Operación	Cantidad de Operaciones
	16
	02
	00
	01 (Total = 3 min)
	00
TOTAL	19

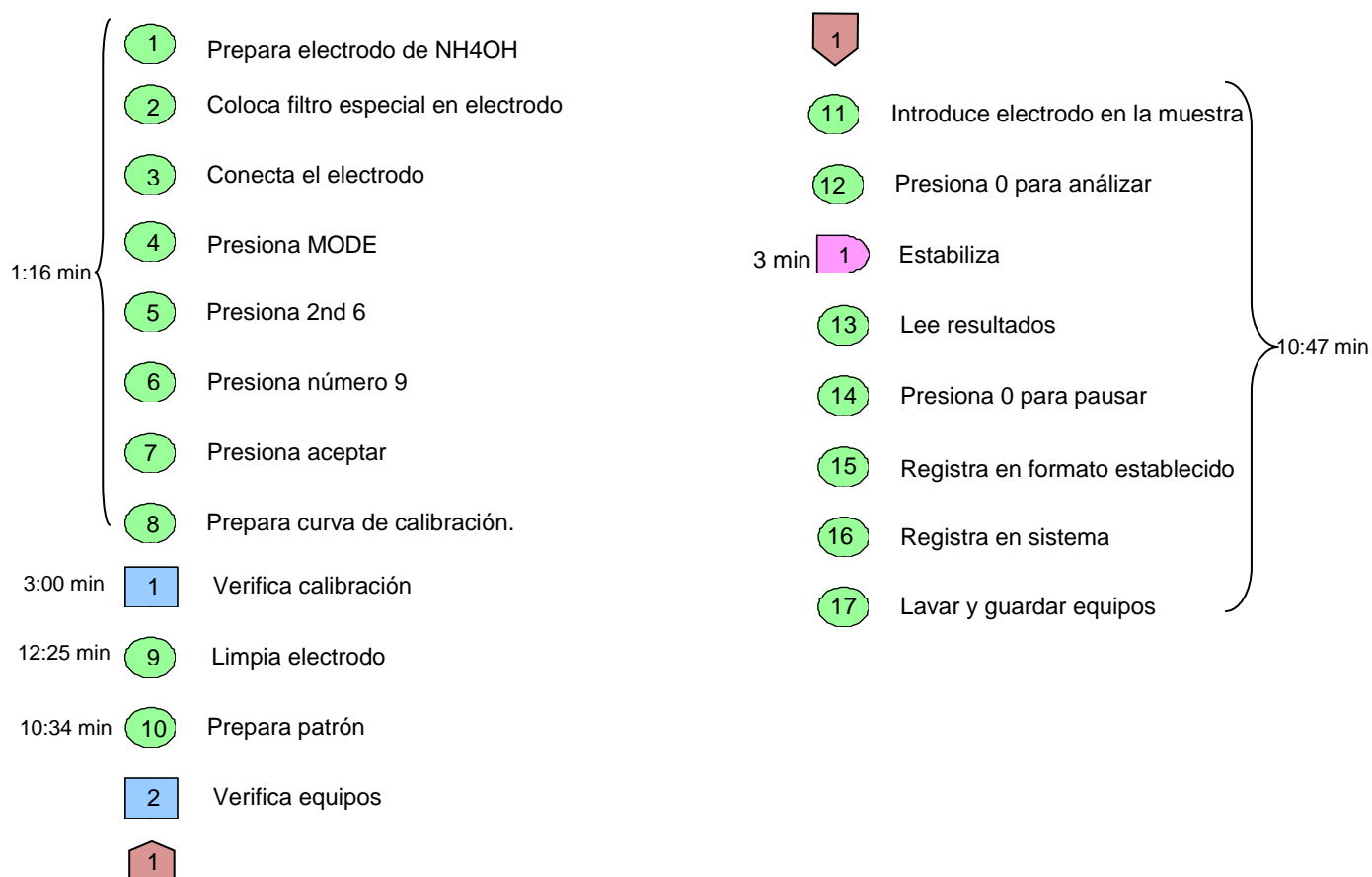
	Tprom
Tiempo promedio de Floruro	00:37:42



DIAGRAMA DE PROCESO






Código:	PRALAB07016
Método	Actual
Seguim.	Operario
Fecha:	13/01/2015

Título: Determinación de Amonio NH ₄ OH	Proceso: Laboratorios
	Sub - proceso: Laboratorio de aguas
Inicio: Prepara electrodo de NH ₄ OH	Fin: Lavar y guardar equipos





RESUMEN:

Operación	Cantidad de Operaciones
	17
	02
	00
	01 (Total = 3 min)
	00
TOTAL	20

	Tprom
Tiempo promedio de Amonio	00:47:42



CAPÍTULO VI

ESTUDIO DE TIEMPOS

En el presente capítulo se mostrará el procedimiento realizado para poder llevar a cabo el estudio de tiempos los ensayos realizados por los técnicos a las muestras recibidas en el laboratorio de aguas.

El estudio de tiempos al proceso de ensayos del Laboratorio de Aguas dentro de Sidor C.A., fue necesario elaborar un análisis sobre la operación realizada por los técnicos, con el fin de estandarizar el tiempo estándar de duración de la misma y poder identificar los elementos que en ella intervienen.

El propósito de este estudio es el de estandarizar los procesos en los ensayos, con el objetivo de que ésta dure el tiempo estrictamente necesario, es decir, que se reduzcan al mínimo las demoras, causando un incremento en la satisfacción del cliente y por lo tanto un aumento en la productividad de la empresa.

Se tomaron observaciones directas al tiempo que se tarda el técnico en realizar los diferentes ensayos, los cuales se obtuvieron mediante la lectura del cronómetro durante el desarrollo de la operación.

6.1 SELECCIÓN DE LA OPERACIÓN OBJETO DE ESTUDIO:

El laboratorio cuenta con un conjunto de operaciones que permiten el funcionamiento de la misma, entre las cuales están:

- Recepción de la muestra.
- Proceso de ensayos.
- Charlas de seguridad.
- Auditorías.



- Reuniones con clientes.
- Solicitud de materiales y reactivos.

Al realizar las observaciones correspondientes, se determinó que la operación que más se repite y que es más común en laboratorio es el proceso de ensayo, en la cual se recibe la muestra y acto seguido, el técnico se dispone a la preparación para iniciar el ensayo y emitir los resultados del mismo, dando fin al desarrollo de la operación.

Cabe destacar que el proceso de ensayo, está conformado por un conjunto de elementos que, unidos entre sí, ésta pueda llevarse a cabo, ellos pueden variar, pero en general, estos son:

- **Preparación de materiales y equipos (E1):** Inicia en el momento que el técnico recibe la muestra y éste, ya conociendo la muestra recibida, procede buscar, lavar, secar los materiales y equipos, donde una vez ya realizado, se procede al siguiente paso.
- **Preparación de reactivos (E2):** Inicia al término del elemento anterior, es decir, luego que se preparan los materiales, se procede a preparar los químicos necesarios para la ejecución del ensayo. La sub-operación culmina en el momento que el técnico finalice los reactivos.
- **Calibración de equipo (E3):** Inicia cuando el técnico enciende el equipo de medición y procede a ajustar los parámetros que se van a medir en el ensayo. Este elemento llega a su fin cuando el equipo está preparado para medir la muestra.



- **Ejecución (E4):** Inicia en el momento que el técnico ejecuta el ensayo. Dependiendo del ensayo, éste proceso varía con respecto a la manera en la cual se ejecuta. Éste elemento finaliza cuando se realizan todos los pasos establecidos por las prácticas de laboratorio, para la ejecución del ensayo específico.
- **Medición y lectura (E5):** Una vez culminado el proceso anterior, se procede a medir con el equipo para un determinado ensayo y leer los resultados, en caso de ser necesario, se realizan cálculos correspondientes para obtener el resultado deseado.
- **Registro de datos obtenidos (E6):** Cuando se lee los resultados en el equipo de medición, se procede a registrar los datos obtenidos, en el formato establecido por el laboratorio, luego de esto, se procede a ingresar los mismos datos obtenidos al sistema de la empresa en la cual el cliente visualiza los resultados de los ensayos.

Se realizó el estudio de tiempo en minutos, a través del método “Cronometraje a vuelta cero”, en el cual se realizaron ocho (8) observaciones directas a cada uno de los elementos que componen la operación objeto de estudio.

6.2 PROCEDIMIENTO ESTADÍSTICO PARA DETERMINAR EL TAMAÑO DE LA MUESTRA:

Con los datos recolectados (ver tabla 1), se procede a determinar el tamaño de la muestra. Para ello deben seguirse los siguientes pasos:

- **Definir el coeficiente de confianza (c):**
El coeficiente de confianza seleccionado para el estudio corresponde al 95%, es decir:

$$C = 0.95$$



- **Definir el intervalo de confianza:**

Para definir el intervalo de confianza, debe emplearse la siguiente fórmula:

$$I = \bar{X} \pm \frac{tc * S}{\sqrt{n}} \text{ (Ecuación 1)}$$

Pero antes se debe calcular el valor de cada uno de los términos que la componen. El cálculo es como sigue:

a. Cálculo del tiempo de ciclo:

$$C = 1 - \alpha$$

$$\alpha = 1 - C = 1 - 0.95 = 0.05$$

Con $\alpha = 0.05$ y con grados de libertad $v = 7$ se busca el valor (tc) en la tabla de la distribución t de Student, obteniendo:

$$tc(\alpha, v) = tc(0.05, 7) = 1.895$$

b. Cálculo de la media y la desviación estándar:

En la calculadora se introdujeron los tiempos totales de operación para cada ciclo y se obtuvo el valor de la media y la desviación estándar:

$$\bar{X} = \frac{\sum T}{n} = 5.50$$



$$S = \sqrt{\frac{\sum T^2 - \frac{(\sum T)^2}{n}}{n - 1}} = 1,224$$

Sustituyendo los valores en la ecuación 1:

$$I = 5,50 \pm \frac{1,895 * 1,224}{\sqrt{8}}$$

Se obtienen:

$$I_1 = 6,320 \text{ e } I_2 = 4,680$$

La diferencia de ambos arrojó como resultado el valor del intervalo de confianza:

$$I_1 - I_2 = 6,320 - 4,680 = 1,640 \text{ min}$$

- **Calcular el intervalo de la muestra:**

Para ello se tiene la fórmula:

$$I_m = \frac{2 * tc * S}{\sqrt{n}}$$

De la cual se posee el valor de todos los parámetros, por lo que se procede a sustituir los valores en ella para así conocer el valor correspondiente al intervalo de la muestra:

$$I_m = \frac{2 * 1,895 * 1,224}{\sqrt{8}} = 1,64 \text{ min}$$



- **Criterio de decisión:**

Según el criterio de decisión si el intervalo de la muestra es menor o igual al intervalo de confianza entonces se acepta el número de muestras, si pasa lo contrario se rechaza. En este caso es igual, por lo tanto se acepta el número de muestra $n=8$, es decir, no es necesario añadir más muestras.

6.3 TIEMPOS PROMEDIOS

Para la finalidad de éste estudio de tiempos, es necesario primeramente, obtener los tiempos promedios de ejecución de cada ensayo. Estos tiempos servirán de base para los cálculos derivados del tiempo estándar.

Con el objetivo de obtener los tiempos promedios de los diferentes ensayos realizados en el área, fue necesario hacer un seguimiento al técnico, en el cual, se observaron los procesos de ensayo que realiza, y se procedió a medir el tiempo por cada elemento en la operación, desde su iniciación, hasta su culminación.

El seguimiento se realizó varias veces al mismo ensayo, y así contar con varias mediciones seleccionando las más consistentes, y que su variación no dependa del proceso. Luego se divide para cada elemento las sumas de las lecturas, entre el número de lecturas.

Ahora se presentarán los tiempos promedios de cada ensayo, detallando cada elemento y su respectivo tiempo de ejecución medido. El formato de tiempo estará identificado como 00Hrs : 00min : 00seg.



Determinación del tiempo promedio del pH

Se realizaron 8 mediciones de tiempo para los diferentes procedimientos realizados

Para la determinación del pH se debe segmentar los tiempos por procesos que se hacen, previos a la verificación de resultados:

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Calibración de pH-metro	00:04:00	00:05:00	00:05:00	00:04:00	00:07:00	00:07:00	00:07:00	00:05:00	00:44:00	00:05:30

Nota: La calibración del ph-metro se hace una (1) sola vez para realizar varios ensayos de pH. Los tiempos fueron tomados de diferentes observaciones de varias plantas.

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Preparación de fiolas	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:08:00	00:01:00

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Análisis	00:04:00	00:03:00	00:03:00	00:03:00	00:03:00	00:03:00	00:03:00	00:02:00	00:23:00	00:02:30

Análisis: Para determinar el PH de una sola muestra se procede a sumar los tiempos promedios de calibración, preparación y análisis.

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Registro	00:00:20	00:00:25	00:00:23	00:00:20	00:00:27	00:00:20	00:00:20	00:00:20	00:02:50	00:00:22

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Registro en sistema	00:00:23	00:00:20	00:00:25	00:00:28	00:00:27	00:00:30	00:00:27	00:00:20	00:03:20	00:00:25

Tprom
Tiempo promedio de pH
00:09:47

Tabla 6.1: Tiempo promedio de pH.

Fuente: Elaboración propia.



Determinación del tiempo promedio de TSS

Para realizar éste estudio de tiempos, se usó como patrón ocho (8) ensayos a de TSS

Para determinar el Total de Sólidos en Suspensión, se debe segmentar los procesos en varias etapas:

Peso 1

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Peso 1	00:00:30	00:00:30	00:00:30	00:00:30	00:00:30	00:00:30	00:00:30	00:00:30	00:04:00	00:00:30

Proceso volumétrico (Lavar, secar, ordenar fiolas)

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Preparación	00:10:00	00:15:00	00:13:00	00:10:00	00:12:00	00:10:00	00:18:00	00:13:00	02:08:33	00:12:25

Nota: Éste segmento consta en preparacion de los materiales, para posteriormente filtrar y colocar los filtros en el horno. Éste procedimiento se realiza una sola vez si se requiere determinar varios ensayos de TSS.

Filtrado

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Filtrado	00:02:00	00:03:00	00:02:00	00:02:00	00:02:00	00:02:00	00:02:00	00:02:00	00:17:00	00:02:13

Nota: En éste proceso, se procede a colocar el filtro con la pinza en el equipo de filtración que a su vez se conecta con la bomba, introducir 250 ml de muestra en el cilindro graduado y se procede a filtrar, luego se toma el filtro con la pinza y se coloca en el portafiltros.

		Tprom
Secado	El proceso de secado en el horno tiene un tiempo de duración constante de 60 min	01:00:00

		Tprom
Enfriado	Luego de secarse en el horno, se procede a llevar los filtros a enfriar. El proceso de enfriado tiene un tiempo de duración constante de 60 min	01:00:00

Peso 2

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Peso 2	00:00:30	00:00:30	00:00:25	00:00:28	00:00:27	00:00:30	00:00:27	00:00:30	00:03:20	00:00:28

Registro

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Registro	00:00:20	00:00:25	00:00:23	00:00:20	00:00:27	00:00:20	00:00:20	00:00:20	00:02:50	00:00:22

Registro en sistema

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Registro en sistema	00:00:23	00:00:20	00:00:25	00:00:28	00:00:27	00:00:30	00:00:27	00:00:20	00:03:20	00:00:25

	Tprom
Tiempo promedio de TSS	02:16:23

Tabla 6.2: Tiempo promedio de TSS.

Fuente: Elaboración propia.

Determinación del tiempo promedio de Alcanilidad										
Para realizar éste estudio de tiempos, se usó como patrón ocho (8) ensayos a de Alc										
Para determinar la Alcanilidad, se debe segmentar los procesos en varias etapas:										
Proceso volumétrico (Lavar, secar, ordenar fiolas)										
Volumetría	Tiempo observado por ciclo								$\sum T$	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
	00:10:00	00:15:00	00:13:00	00:10:00	00:12:00	00:10:00	00:18:00	00:13:00	02:08:33	00:12:25
Nota: Éste procedimiento se realiza una sola vez si se requiere determinar varios ensayos de Alc										
Determinación de Alc										
Análisis	Tiempo observado por ciclo								$\sum T$	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
	00:01:30	00:01:40	00:01:35	00:01:20	00:01:22	00:01:25	00:01:20	00:01:19	00:11:11	00:01:40
Nota: En ésta etapa se procede a agregar las gotas de solución, titulación y observación de cambio de color										
Registro										
Registro	Tiempo observado por ciclo								$\sum T$	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
	00:00:20	00:00:25	00:00:23	00:00:20	00:00:27	00:00:20	00:00:20	00:00:20	00:02:50	00:00:22
Registro en sistema										
Registro en sistema	Tiempo observado por ciclo								$\sum T$	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
	00:00:23	00:00:20	00:00:25	00:00:28	00:00:27	00:00:30	00:00:27	00:00:20	00:03:20	00:00:25
										Tprom
Tiempo promedio de Alc										00:14:42

Tabla 6.3: Tiempo promedio de Alc.

Fuente: Elaboración propia.



Determinación del tiempo promedio de Dureza

Para realizar éste estudio de tiempos, se usó como patrón ocho (8) ensayos a de Dza

Para determinar la Dureza, se debe segmentar los procesos en varias etapas:

Proceso volumétrico (Lavar, secar, ordenar fiolas)

Tiempo observado por ciclo											
Volumetría	1	2	3	4	5	6	7	8	Σ T	Tprom	
	00:10:00	00:15:00	00:13:00	00:10:00	00:12:00	00:10:00	00:18:00	00:13:00	02:08:33	00:12:25	

Nota: Éste procedimiento se realiza una sola vez si se requiere determinar varios ensayos de Dza

Determinación de Dza

Tiempo observado por ciclo										
	1	2	3	4	5	6	7	8	$\sum T$	Tprom
Análisis	00:01:30	00:01:40	00:01:35	00:01:20	00:01:22	00:01:25	00:01:20	00:01:19	00:11:11	00:01:40

Nota: En ésta etapa se procede a agregar las gotas de solución, titulación y observación de cambio de color

Registro

Tiempo observado por ciclo											
	1	2	3	4	5	6	7	8	Σ T	Tprom	
Registro	00:00:20	00:00:25	00:00:23	00:00:20	00:00:27	00:00:20	00:00:20	00:00:20	00:02:50	00:00:22	

Registro en sistema

Tiempo observado por ciclo										Σ T	Tprom
1	2	3	4	5	6	7	8				
Registro en sistema	00:00:23	00:00:20	00:00:25	00:00:28	00:00:27	00:00:30	00:00:27	00:00:20	00:03:20	00:00:25	

Tprom
Tiempo promedio de Dza
00:14:42

Tabla 6.4: Tiempo promedio de Dza.

Fuente: Elaboración propia.



Determinación del tiempo promedio de Cloruro

Para realizar éste estudio de tiempos, se usó como patrón ocho (8) ensayos a de Cl

Para determinar Cloruro, se debe segmentar los procesos en varias etapas:

Proceso volumétrico (Lavar, secar, ordenar fiolas)

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Volumetría	00:10:00	00:15:00	00:13:00	00:10:00	00:12:00	00:10:00	00:18:00	00:13:00	02:08:33	00:12:25

Nota: Éste procedimiento se realiza una sola vez si se requiere determinar varios ensayos de Cl

Determinación de Cloruro

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Análisis	00:01:30	00:01:40	00:01:35	00:01:20	00:01:22	00:01:25	00:01:20	00:01:19	00:11:11	00:01:40

Nota: En ésta etapa se procede a agregar las gotas de solución, titulación y observación de cambio de color

Registro

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Registro	00:00:20	00:00:25	00:00:23	00:00:20	00:00:27	00:00:20	00:00:20	00:00:20	00:02:50	00:00:22

Registro en sistema

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Registro en sistema	00:00:23	00:00:20	00:00:25	00:00:28	00:00:27	00:00:30	00:00:27	00:00:20	00:03:20	00:00:25

Tprom
Tiempo promedio de Cl 00:14:42

Tabla 6.5: Tiempo promedio de Cl.

Fuente: Elaboración propia.



Determinación del tiempo promedio de Alcanilidad Fenoltaleínica

Para realizar éste estudio de tiempos, se usó como patrón ocho (8) ensayos a de AlcF

Para determinar la Alcanilidad, se debe segmentar los procesos en varias etapas:

Proceso volumétrico (Lavar, secar, ordenar fiolas)

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	T _{prom}
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Volumetría	00:10:00	00:15:00	00:13:00	00:10:00	00:12:00	00:10:00	00:18:00	00:13:00	02:08:33	00:12:25

Nota: Éste procedimiento se realiza una sola vez si se requiere determinar varios ensayos de AlcF

Determinación de AlcF

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	T _{prom}
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Análisis	00:01:30	00:01:40	00:01:35	00:01:20	00:01:22	00:01:25	00:01:20	00:01:19	00:11:11	00:01:40

Nota: En ésta etapa se procede a agregar las gotas de solución, titulación y observación de cambio de color

Registro

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	T _{prom}
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Registro	00:00:20	00:00:25	00:00:23	00:00:20	00:00:27	00:00:20	00:00:20	00:00:20	00:02:50	00:00:22

Registro en sistema

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	T _{prom}
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Registro en sistema	00:00:23	00:00:20	00:00:25	00:00:28	00:00:27	00:00:30	00:00:27	00:00:20	00:03:20	00:00:25

T _{prom}
Tiempo promedio de AlcF
00:14:42

Tabla 6.6: Tiempo promedio de AlcF.

Fuente: Elaboración propia.



Determinación del tiempo promedio de Aceite

Para realizar éste estudio de tiempos, se usó como patrón ocho (8) ensayos a de Aceite

Para determinar el aceite, se debe segmentar los procesos en varias etapas:

Proceso volumétrico (Lavar, secar y enfriar)

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Lavar bicker	00:01:00	00:01:00	00:00:35	00:00:20	00:01:03	00:01:02	00:01:20	00:01:00	00:06:00	00:00:45

	Tprom
Secado	El proceso de secado en el horno tiene un tiempo de duración constante de 60 min
	01:00:00

	Tprom
Enfriado	Luego de secarse en el horno, se procede a llevar los bickers. El proceso de enfriado tiene un tiempo de duración constante de 60 min
	01:00:00

Verificación de balanzas

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Verificación de balanzas	00:01:30	00:01:40	00:01:35	00:01:20	00:01:22	00:01:25	00:01:20	00:01:19	00:11:11	00:01:40

Peso 1

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Peso 1	00:00:30	00:00:30	00:00:30	00:00:30	00:00:30	00:00:30	00:00:30	00:00:30	00:04:00	00:00:30

Determinación de aceites

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Preparación	00:05:00	00:04:55	00:05:05	00:05:10	00:04:50	00:05:00	00:04:57	00:05:03	00:40:00	00:05:00

Nota: El proceso de preparación consta del acondicionamiento de la muestra.

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Extracción de aceites	00:05:00	00:05:00	00:05:00	00:05:00	00:05:00	00:05:00	00:05:00	00:05:00	00:40:00	00:05:00

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Evaporar solvente	00:40:00	00:50:00	01:00:00	00:50:00	00:45:00	00:55:00	00:40:00	00:55:00	06:35:00	00:49:37

Nota: Se coloca el bicker en la plancha, el tiempo de éste proceso es válido para varias muestras simultáneamente.

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Lavar equipo de extracción	00:04:00	00:03:00	00:03:00	00:03:00	00:03:00	00:03:00	00:03:00	00:02:00	00:23:00	00:02:30

Peso 2

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Peso 2	00:00:30	00:00:30	00:00:30	00:00:30	00:00:30	00:00:30	00:00:30	00:00:30	00:04:00	00:00:30

Registro

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Registro	00:00:20	00:00:25	00:00:23	00:00:20	00:00:27	00:00:20	00:00:20	00:00:20	00:02:50	00:00:22

Registro en sistema

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Registro en sistema	00:00:23	00:00:20	00:00:25	00:00:28	00:00:27	00:00:30	00:00:27	00:00:20	00:03:20	00:00:25

Tprom
Tiempo promedio de Aceite
04:05:19

Tabla 6.7: Tiempo promedio de Aceite.

Fuente: Elaboración propia.



Determinación del tiempo promedio de Floruro

Para realizar éste estudio de tiempos, se usó como patrón ocho (8) ensayos a de Floruro

Para determinar Floruro, se debe segmentar los procesos en varias etapas:

Preparación de electrodo F

	Tiempo observado por ciclo								Σ T	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Preparación	00:00:52	00:00:52	00:00:50	00:00:51	00:00:50	00:00:52	00:00:51	00:00:51	00:06:50	00:00:51

Conectar electrodo al analizador

	Tiempo observado por ciclo								Σ T	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Conectar electrodo	00:00:23	00:00:20	00:00:25	00:00:28	00:00:27	00:00:30	00:00:27	00:00:20	00:03:20	00:00:25

Limpieza del electrodo

	Tiempo observado por ciclo								Σ T	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Limpieza	00:04:00	00:03:00	00:03:00	00:03:00	00:03:00	00:03:00	00:03:00	00:02:00	00:21:00	00:03:00

Proceso volumétrico (Preparación de patrones)

	Tiempo observado por ciclo								Σ T	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Volumetría	00:10:00	00:15:00	00:13:00	00:10:00	00:12:00	00:10:00	00:18:00	00:13:00	02:08:33	00:12:25

Verificación de equipos

	Tiempo observado por ciclo								Σ T	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Verificación	00:13:00	00:15:00	00:12:00	00:10:00	00:12:00	00:15:00	00:12:00	00:13:00	01:25:00	00:10:34

Orden y limpieza

	Tiempo observado por ciclo								Σ T	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Limpieza	00:03:00	00:03:00	00:03:00	00:03:00	00:04:00	00:02:00	00:03:00	00:03:00	00:23:00	00:02:30

Preparar muestra

	Tiempo observado por ciclo								Σ T	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Preparación	00:05:00	00:04:55	00:05:05	00:05:10	00:04:50	00:05:00	00:04:57	00:05:03	00:40:00	00:05:00

Medir F

	Tiempo observado por ciclo								Σ T	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Análisis	00:04:00	00:03:00	00:03:00	00:03:00	00:03:00	00:03:00	00:03:00	00:02:00	00:23:00	00:02:30

Registro

	Tiempo observado por ciclo								Σ T	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Registro	00:00:20	00:00:25	00:00:23	00:00:20	00:00:27	00:00:20	00:00:20	00:00:20	00:02:50	00:00:22

Registro en sistema

	Tiempo observado por ciclo								Σ T	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Registro en sistema	00:00:23	00:00:20	00:00:25	00:00:28	00:00:27	00:00:30	00:00:27	00:00:20	00:03:20	00:00:25

	Tprom
Tiempo promedio de Floruro	00:37:42

Tabla 6.8: Tiempo promedio de Fluoruro.

Fuente: Elaboración propia.



Determinación del tiempo promedio de Amonio

Para realizar éste estudio de tiempos, se usó como patrón ocho (8) ensayos a de NH₄OH

Para determinar el NH₄OH, se debe segmentar los procesos en varias etapas:

Preparación de electrodo NH₄OH

	Tiempo observado por ciclo								Σ T	T _{prom}
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Preparación	00:10:52	00:10:52	00:10:50	00:10:51	00:10:50	00:10:52	00:10:51	00:10:51	01:26:50	00:10:51

Nota: En este proceso se toma en cuenta la colocación del filtro especial para electrodo.

Conectar electrodo al analizador

	Tiempo observado por ciclo								Σ T	T _{prom}
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Conectar electrodo	00:00:23	00:00:20	00:00:25	00:00:28	00:00:27	00:00:30	00:00:27	00:00:20	00:03:20	00:00:25

Limpieza del electrodo

	Tiempo observado por ciclo								Σ T	T _{prom}
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Limpieza	00:04:00	00:03:00	00:03:00	00:03:00	00:03:00	00:03:00	00:03:00	00:02:00	00:21:00	00:03:00

Proceso volumétrico (Preparación de patrones)

	Tiempo observado por ciclo								Σ T	T _{prom}
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Volumetría	00:10:00	00:15:00	00:13:00	00:10:00	00:12:00	00:10:00	00:18:00	00:13:00	02:08:33	00:12:25

Verificación de equipos

	Tiempo observado por ciclo								Σ T	T _{prom}
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Verificación	00:13:00	00:15:00	00:12:00	00:10:00	00:12:00	00:15:00	00:12:00	00:13:00	01:25:00	00:10:34

Orden y limpieza

	Tiempo observado por ciclo								Σ T	T _{prom}
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Limpieza	00:03:00	00:03:00	00:03:00	00:03:00	00:04:00	00:02:00	00:03:00	00:03:00	00:23:00	00:02:30

Preparar muestra

	Tiempo observado por ciclo								Σ T	T _{prom}
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Preparación	00:05:00	00:04:55	00:05:05	00:05:10	00:04:50	00:05:00	00:04:57	00:05:03	00:40:00	00:05:00

Medir NH₄OH

	Tiempo observado por ciclo								Σ T	T _{prom}
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Análisis	00:04:00	00:03:00	00:03:00	00:03:00	00:03:00	00:03:00	00:03:00	00:02:00	00:23:00	00:02:30

Registro

	Tiempo observado por ciclo								Σ T	T _{prom}
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Registro	00:00:20	00:00:25	00:00:23	00:00:20	00:00:27	00:00:20	00:00:20	00:00:20	00:02:50	00:00:22

Registro en sistema

	Tiempo observado por ciclo								Σ T	T _{prom}
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Registro en sistema	00:00:23	00:00:20	00:00:25	00:00:28	00:00:27	00:00:30	00:00:27	00:00:20	00:03:20	00:00:25

T _{prom}
Tiempo promedio de Amonio 00:47:42

Tabla 6.9: Tiempo promedio de Amonio.

Fuente: Elaboración propia.



Determinación del tiempo promedio de Cianuro

Para realizar éste estudio de tiempos, se usó como patrón ocho (8) ensayos a de Cianuro

Para determinar Cn, se debe segmentar los procesos en varias etapas:

Preparación de electrodo Cn

	Tiempo observado por ciclo								$\sum T$	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Preparación	00:00:52	00:00:52	00:00:50	00:00:51	00:00:50	00:00:52	00:00:51	00:00:51	00:06:50	00:00:51

Conectar electrodo al analizador

	Tiempo observado por ciclo								$\sum T$	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Conectar electrodo	00:00:23	00:00:20	00:00:25	00:00:28	00:00:27	00:00:30	00:00:27	00:00:20	00:03:20	00:00:25

Limpieza del electrodo

	Tiempo observado por ciclo								$\sum T$	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Limpieza	00:04:00	00:03:00	00:03:00	00:03:00	00:03:00	00:03:00	00:03:00	00:02:00	00:21:00	00:03:00

Proceso volumétrico (Preparación de patrones)

	Tiempo observado por ciclo								$\sum T$	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Volumetría	00:10:00	00:15:00	00:13:00	00:10:00	00:12:00	00:10:00	00:18:00	00:13:00	02:08:33	00:12:25

Verificación de equipos

	Tiempo observado por ciclo								$\sum T$	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Verificación	00:13:00	00:15:00	00:12:00	00:10:00	00:12:00	00:15:00	00:12:00	00:13:00	01:25:00	00:10:34

Orden y limpieza

	Tiempo observado por ciclo								$\sum T$	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Limpieza	00:03:00	00:03:00	00:03:00	00:03:00	00:04:00	00:02:00	00:03:00	00:03:00	00:23:00	00:02:30

Preparar muestra

	Tiempo observado por ciclo								$\sum T$	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Preparación	00:05:00	00:04:55	00:05:05	00:05:10	00:04:50	00:05:00	00:04:57	00:05:03	00:40:00	00:05:00

Medir Cn

	Tiempo observado por ciclo								$\sum T$	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Análisis	00:04:00	00:03:00	00:03:00	00:03:00	00:03:00	00:03:00	00:03:00	00:02:00	00:23:00	00:02:30

Registro

	Tiempo observado por ciclo								$\sum T$	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Registro	00:00:20	00:00:25	00:00:23	00:00:20	00:00:27	00:00:20	00:00:20	00:00:20	00:02:50	00:00:22

Registro en sistema

	Tiempo observado por ciclo								$\sum T$	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Registro en sistema	00:00:23	00:00:20	00:00:25	00:00:28	00:00:27	00:00:30	00:00:27	00:00:20	00:03:20	00:00:25

Tprom
Tiempo promedio de Cianuro
00:37:42

Tabla 6.10: Tiempo promedio de Cn.

Fuente: Elaboración propia.



Determinación del tiempo promedio de Hierro Total

Para realizar éste estudio de tiempos, se usó como patrón ocho (8) ensayos a de FeT

Para determinar el FeT, se debe segmentar los procesos en varias etapas:

Lavar Material

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Preparación de matraz	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:08:00	00:01:00

Preparación de material de muestra

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Preparación	00:04:00	00:03:00	00:03:00	00:03:00	00:03:00	00:03:00	00:03:00	00:02:00	00:21:00	00:03:00

Nota: Incluye Agitar muestra, medir volumen, llenar 100 ml de muestra.

Digestión en plancha (1 muestra)

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Digerir	00:40:00	00:50:00	01:00:00	00:50:00	00:45:00	00:55:00	00:40:00	00:55:00	06:35:00	00:49:37

Nota: El tiempo de digestión es válida con la plancha actual y digerida a una (1) muestra (el tiempo varía dependiendo las cantidades de muestras).

									Tprom
Enfriar	La muestra digerida se deja enfriar por 40 minutos								00:40:00

Nota: Éste tiempo es único para varias muestras en paralelo

Aforación

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Aforado	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:08:00	00:01:00

Traslado a equipo de absorción atómica

									Tprom
Traslado	Se traslada la muestra al equipo de absorción atómica desde el laboratorio de aguas, esto tiene un tiempo de 3 minutos								00:03:00

Nota: Éste tiempo es único para varias muestras en paralelo

DETERMINACIÓN DE FeT

Colocar y calentar lampara de FeT

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Calentar lámpara	00:04:00	00:05:00	00:05:00	00:04:00	00:07:00	00:07:00	00:07:00	00:05:00	00:44:00	00:05:30

Verificación de calibración

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Calibración	00:04:20	00:05:00	00:04:30	00:04:20	00:04:50	00:04:30	00:04:20	00:05:00	00:36:50	00:04:33



Leer muestra

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Lectura	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:08:00	00:01:00

Quitar lámpara

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Lectura	00:00:10	00:00:10	00:00:10	00:00:10	00:00:10	00:00:10	00:00:10	00:00:10	00:01:20	00:00:10

Cálculo aritmético

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Cálculo	00:00:52	00:00:52	00:00:50	00:00:51	00:00:50	00:00:52	00:00:51	00:00:51	00:06:50	00:00:51

Registro

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Registro	00:00:20	00:00:25	00:00:23	00:00:20	00:00:27	00:00:20	00:00:20	00:00:20	00:02:50	00:00:22

Registro en sistema

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Registro en sistema	00:00:23	00:00:20	00:00:25	00:00:28	00:00:27	00:00:30	00:00:27	00:00:20	00:03:20	00:00:25

	Tprom
Tiempo promedio de Hierro Total	01:49:55

Tabla 6.11: Tiempo promedio de FeT.

Fuente: Elaboración propia.



Determinación del tiempo promedio de Hierro Soluble

Para realizar éste estudio de tiempos, se usó como patrón ocho (8) ensayos a de FeS

Para determinar el FeS, se debe segmentar los procesos en varias etapas:

Lavar Material

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	T _{prom}
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Preparación de matraz	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:08:00	00:01:00

Preparación de material de muestra

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	T _{prom}
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Preparación	00:04:00	00:03:00	00:03:00	00:03:00	00:03:00	00:03:00	00:03:00	00:02:00	00:21:00	00:03:00

Nota: Incluye Agitar muestra, medir volumen. El tiempo de éste proceso es válido para varias muestras simultáneamente.

Filtrado

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	T _{prom}
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Filtrado	00:02:00	00:03:00	00:02:00	00:02:00	00:02:00	00:02:00	00:02:00	00:02:00	00:17:00	00:02:13

Nota: En éste proceso, se procede a colocar el filtro con la pinza en el equipo de filtración que a su vez se conecta con la bomba, introducir 100 ml de muestra en el cilindro graduado y se procede a filtrar.

Digestión en plancha (1 muestra)

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	T _{prom}
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Digerir	00:40:00	00:50:00	01:00:00	00:50:00	00:45:00	00:55:00	00:40:00	00:55:00	06:35:00	00:49:37

Nota: El tiempo de digestión es válida con la plancha actual y digerida a una (1) muestra (el tiempo varía dependiendo las cantidades de muestras).

		T _{prom}
Enfriar	La muestra digerida se deja enfriar por 40 minutos	00:40:00

Nota: Éste tiempo es único para varias muestras en paralelo

Aforación

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	T _{prom}
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Aforado	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:08:00	00:01:00

Traslado a equipo de absorción atómica

		T _{prom}
Traslado	Se traslada la muestra al equipo de absorción atómica desde el laboratorio de aguas, esto tiene un tiempo de 3 minutos	00:03:00

Nota: Éste tiempo es único para varias muestras en paralelo

DETERMINACIÓN DE FeS

Colocar y calentar lámpara de FeS

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	T _{prom}
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Calentar lámpara	00:04:00	00:05:00	00:05:00	00:04:00	00:07:00	00:07:00	00:07:00	00:05:00	00:44:00	00:05:30

Verificación de calibración

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	T _{prom}
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Calibración	00:04:20	00:05:00	00:04:30	00:04:20	00:04:50	00:04:30	00:04:20	00:05:00	00:36:50	00:04:33



Leer muestra

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	T _{prom}
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Lectura	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:08:00	00:01:00

Quitar lámpara

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	T _{prom}
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Lectura	00:00:10	00:00:10	00:00:10	00:00:10	00:00:10	00:00:10	00:00:10	00:00:10	00:01:20	00:00:10

Cálculo aritmético

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	T _{prom}
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Cálculo	00:00:52	00:00:52	00:00:50	00:00:51	00:00:50	00:00:52	00:00:51	00:00:51	00:06:50	00:00:51

Registro

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	T _{prom}
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Registro	00:00:20	00:00:25	00:00:23	00:00:20	00:00:27	00:00:20	00:00:20	00:00:20	00:02:50	00:00:22

Registro en sistema

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	T _{prom}
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Registro en sistema	00:00:23	00:00:20	00:00:25	00:00:28	00:00:27	00:00:30	00:00:27	00:00:20	00:03:20	00:00:25

T _{prom}
Tiempo promedio de Hierro Sol 01:53:08

Tabla 6.12: Tiempo promedio de FeS.

Fuente: Elaboración propia.



Determinación del tiempo promedio de Zinc Total

Para realizar éste estudio de tiempos, se usó como patrón ocho (8) ensayos a de ZnT

Para determinar ZnT, se debe segmentar los procesos en varias etapas:

Lavar Material

Cavaler material		Tiempo observado por ciclo								
Preparación de matraz	1	2	3	4	5	6	7	8	$\sum T$	Tprom
	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:08:00	00:01:00

Preparación de material de muestra

Tiempo observado por ciclo										
Preparación	1	2	3	4	5	6	7	8	Σ T	Tprom
	00:04:00	00:03:00	00:03:00	00:03:00	00:03:00	00:03:00	00:03:00	00:02:00	00:21:00	00:03:00

Nota: Incluye Agitar muestra, medir volumen, llenar 100 ml de muestra.

Digestión en plancha (1 muestra)

Tiempo observado por ciclo										
Digerir	1	2	3	4	5	6	7	8	ΣT	Tprom
	00:40:00	00:50:00	01:00:00	00:50:00	00:45:00	00:55:00	00:40:00	00:55:00	06:35:00	00:49:37

Nota: El tiempo de digestión es válida con la plancha actual y digerida a una (1) muestra (el tiempo varía dependiendo las cantidades de muestras).

										Tprom
Enfriar	La muestra digerida se deja enfriar por 40 minutos									00:40:00

Nota: Éste tiempo es único para varias muestras en paralelo

Aforación

Tiempo observado por ciclo										
	1	2	3	4	5	6	7	8	$\sum T$	Tprom
Aforado	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:08:00	00:01:00

Traslado a equipo de absorción atómica

										Tprom
Traslado	Se traslada la muestra al equipo de absorción atómica desde el laboratorio de aguas, esto tiene un tiempo de 3 minutos									00:03:00

Nota: Éste tiempo es único para varias muestras en paralelo

DETERMINACIÓN DE ZnT

Colocar y calentar lampara de ZnT

Tiempo observado por ciclo										
Calentar lámpara	1	2	3	4	5	6	7	8	ΣT	Tprom
	00:04:00	00:05:00	00:05:00	00:04:00	00:07:00	00:07:00	00:07:00	00:05:00	00:44:00	00:05:30



Verificación de calibración

Calibración	Tiempo observado por ciclo								ΣT	T _{prom}
	1	2	3	4	5	6	7	8		
	00:04:20	00:05:00	00:04:30	00:04:20	00:04:50	00:04:30	00:04:20	00:05:00	00:36:50	00:04:33

Leer muestra

Lectura	Tiempo observado por ciclo								ΣT	T _{prom}
	1	2	3	4	5	6	7	8		
	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:08:00	00:01:00

Quitar lámpara

Lectura	Tiempo observado por ciclo								ΣT	T _{prom}
	1	2	3	4	5	6	7	8		
	00:00:10	00:00:10	00:00:10	00:00:10	00:00:10	00:00:10	00:00:10	00:00:10	00:01:20	00:00:10

Cálculo aritmético

Cálculo	Tiempo observado por ciclo								ΣT	T _{prom}
	1	2	3	4	5	6	7	8		
	00:00:52	00:00:52	00:00:50	00:00:51	00:00:50	00:00:52	00:00:51	00:00:51	00:06:50	00:00:51

Registro

Registro	Tiempo observado por ciclo								ΣT	T _{prom}
	1	2	3	4	5	6	7	8		
	00:00:20	00:00:25	00:00:23	00:00:20	00:00:27	00:00:20	00:00:20	00:00:20	00:02:50	00:00:22

Registro en sistema

Registro en sistema	Tiempo observado por ciclo								ΣT	T _{prom}
	1	2	3	4	5	6	7	8		
	00:00:23	00:00:20	00:00:25	00:00:28	00:00:27	00:00:30	00:00:27	00:00:20	00:03:20	00:00:25

T _{prom}
Tiempo promedio de Zinc Total 01:49:55

Tabla 6.13: Tiempo promedio de ZnT.

Fuente: Elaboración propia.



Determinación del tiempo promedio de Zinc Soluble

Para realizar éste estudio de tiempos, se usó como patrón ocho (8) ensayos a de Zinc Soluble

Para determinar ZnS, se debe segmentar los procesos en varias etapas:

Lavar Material

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Preparación de matraz	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:08:00	00:01:00

Preparación de material de muestra

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Preparación	00:04:00	00:03:00	00:03:00	00:03:00	00:03:00	00:03:00	00:03:00	00:02:00	00:21:00	00:03:00

Nota: Incluye Agitar muestra, medir volumen. El tiempo de éste proceso es válido para varias muestras simultáneamente.

Filtrado

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Filtrado	00:02:00	00:03:00	00:02:00	00:02:00	00:02:00	00:02:00	00:02:00	00:02:00	00:17:00	00:02:13

Nota: En éste proceso, se procede a colocar el filtro con la pinza en el equipo de filtración que a su vez se conecta con la bomba, introducir 100 ml de muestra en el cilindro graduado y se procede a filtrar.

Digestión en plancha (1 muestra)

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Digerir	00:40:00	00:50:00	01:00:00	00:50:00	00:45:00	00:55:00	00:40:00	00:55:00	06:35:00	00:49:37

Nota: El tiempo de digestión es válida con la plancha actual y digerida a una (1) muestra (el tiempo varía dependiendo las cantidades de muestras).

		Tprom
Enfriar	La muestra digerida se deja enfriar por 40 minutos	00:40:00

Nota: Éste tiempo es único para varias muestras en paralelo

Aforación

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Aforado	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:08:00	00:01:00

Traslado a equipo de absorción atómica

		Tprom
Traslado	Se traslada la muestra al equipo de absorción atómica desde el laboratorio de aguas, esto tiene un tiempo de 3 minutos	00:03:00

Nota: Éste tiempo es único para varias muestras en paralelo

DETERMINACIÓN DE ZnS

Colocar y calentar lampara de ZnS

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Calentar lámpara	00:04:00	00:05:00	00:05:00	00:04:00	00:07:00	00:07:00	00:07:00	00:05:00	00:44:00	00:05:30

Verificación de calibración

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Calibración	00:04:20	00:05:00	00:04:30	00:04:20	00:04:50	00:04:30	00:04:20	00:05:00	00:36:50	00:04:33



Leer muestra

	Tiempo observado por ciclo								$\sum T$	T _{prom}
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Lectura	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:08:00	00:01:00

Quitar lámpara

	Tiempo observado por ciclo								$\sum T$	T _{prom}
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Lectura	00:00:10	00:00:10	00:00:10	00:00:10	00:00:10	00:00:10	00:00:10	00:00:10	00:01:20	00:00:10

Cálculo aritmético

	Tiempo observado por ciclo								$\sum T$	T _{prom}
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Cálculo	00:00:52	00:00:52	00:00:50	00:00:51	00:00:50	00:00:52	00:00:51	00:00:51	00:06:50	00:00:51

Registro

	Tiempo observado por ciclo								$\sum T$	T _{prom}
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Registro	00:00:20	00:00:25	00:00:23	00:00:20	00:00:27	00:00:20	00:00:20	00:00:20	00:02:50	00:00:22

Registro en sistema

	Tiempo observado por ciclo								$\sum T$	T _{prom}
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Registro en sistema	00:00:23	00:00:20	00:00:25	00:00:28	00:00:27	00:00:30	00:00:27	00:00:20	00:03:20	00:00:25

T _{prom}
Tiempo promedio de Zinc Sol
01:53:08

Tabla 6.13: Tiempo promedio de ZnS.

Fuente: Elaboración propia.



Determinación del tiempo promedio de Cromo

Para realizar éste estudio de tiempos, se usó como patrón ocho (8) ensayos a de Cr

Para determinar el Cr, se debe segmentar los procesos en varias etapas:

Lavar Material

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Preparación de matraz	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:08:00	00:01:00

Preparación de material de muestra

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Preparación	00:04:00	00:03:00	00:03:00	00:03:00	00:03:00	00:03:00	00:03:00	00:02:00	00:21:00	00:03:00

Nota: Incluye Agitar muestra, medir volumen, llenar 100 ml de muestra.

Digestión en plancha (1 muestra)

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Digerir	00:40:00	00:50:00	01:00:00	00:50:00	00:45:00	00:55:00	00:40:00	00:55:00	06:35:00	00:49:37

Nota: El tiempo de digestión es válida con la plancha actual y digerida a una (1) muestra (el tiempo varía dependiendo las cantidades de muestras).

		Tprom
Enfriar	La muestra digerida se deja enfriar por 40 minutos	00:40:00

Nota: Éste tiempo es único para varias muestras en paralelo

Aforación

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Aforado	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:08:00	00:01:00

Traslado a equipo de absorción atómica

		Tprom
Traslado	Se traslada la muestra al equipo de absorción atómica desde el laboratorio de aguas, esto tiene un tiempo de 3 minutos	00:03:00

Nota: Éste tiempo es único para varias muestras en paralelo

DETERMINACIÓN DE Cr

Colocar y calentar lampara de Cr

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Calentar lámpara	00:04:00	00:05:00	00:05:00	00:04:00	00:07:00	00:07:00	00:07:00	00:05:00	00:44:00	00:05:30

Verificación de calibración

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Calibración	00:04:20	00:05:00	00:04:30	00:04:20	00:04:50	00:04:30	00:04:20	00:05:00	00:36:50	00:04:33



Leer muestra

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Lectura	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:08:00	00:01:00

Quitar lámpara

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Lectura	00:00:10	00:00:10	00:00:10	00:00:10	00:00:10	00:00:10	00:00:10	00:00:10	00:01:20	00:00:10

Cálculo aritmético

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Cálculo	00:00:52	00:00:52	00:00:50	00:00:51	00:00:50	00:00:52	00:00:51	00:00:51	00:06:50	00:00:51

Registro

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Registro	00:00:20	00:00:25	00:00:23	00:00:20	00:00:27	00:00:20	00:00:20	00:00:20	00:02:50	00:00:22

Registro en sistema

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Registro en sistema	00:00:23	00:00:20	00:00:25	00:00:28	00:00:27	00:00:30	00:00:27	00:00:20	00:03:20	00:00:25

	Tprom
Tiempo promedio de Cromo	01:49:55

Tabla 6.14: Tiempo promedio de Cr.

Fuente: Elaboración propia.



Determinación del tiempo promedio de Dureza Cálcula

Para realizar éste estudio de tiempos, se usó como patrón ocho (8) ensayos a de Dza Cal

Para determinar la Dureza Cálcula, se debe segmentar los procesos en varias etapas:

Proceso volumétrico (Lavar, secar, ordenar fiolas)

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Volumetría	00:10:00	00:15:00	00:13:00	00:10:00	00:12:00	00:10:00	00:18:00	00:13:00	02:08:33	00:12:25

Nota: Éste procedimiento se realiza una sola vez si se requiere determinar varios ensayos de Dza Cal

Determinación de Dza Cal

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Análisis	00:01:30	00:01:40	00:01:35	00:01:20	00:01:22	00:01:25	00:01:20	00:01:19	00:11:11	00:01:40

Nota: En ésta etapa se procede a agregar las gotas de solución, titulación y observación de cambio de color

Registro

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Registro	00:00:20	00:00:25	00:00:23	00:00:20	00:00:27	00:00:20	00:00:20	00:00:20	00:02:50	00:00:22

Registro en sistema

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Registro en sistema	00:00:23	00:00:20	00:00:25	00:00:28	00:00:27	00:00:30	00:00:27	00:00:20	00:03:20	00:00:25

Tprom
Tiempo promedio de Dza Cal 00:14:42

Tabla 6.15: Tiempo promedio de Dza Cal.

Fuente: Elaboración propia.



Determinación del tiempo promedio de TS

Para realizar éste estudio de tiempos, se usó como patrón ocho (8) ensayos a de TS

Para determinar el Total de Sólidos, se debe segmentar los procesos en varias etapas:

Peso 1

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Peso 1	00:00:30	00:00:30	00:00:30	00:00:30	00:00:30	00:00:30	00:00:30	00:00:30	00:04:00	00:00:30

Proceso volumétrico (Lavar, secar, ordenar fiolas)

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Preparación	00:10:00	00:15:00	00:13:00	00:10:00	00:12:00	00:10:00	00:18:00	00:13:00	02:08:33	00:12:25

Nota: Éste segmento consta en preparacion de los materiales. Éste procedimiento se realiza una sola vez si se requiere determinar varios ensayos de TS.

		Tprom
Secado	El proceso de secado en el horno tiene un tiempo de duración constante de 240 min	04:00:00

		Tprom
Enfriado	Luego de secarse en el horno, se procede a llevar los Bickers. El proceso de enfriado tiene un tiempo de duración constante de 60 min	01:00:00

Peso 2

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Peso 2	00:00:30	00:00:30	00:00:25	00:00:28	00:00:27	00:00:30	00:00:27	00:00:30	00:03:20	00:00:28

Registro

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Registro	00:00:20	00:00:25	00:00:23	00:00:20	00:00:27	00:00:20	00:00:20	00:00:20	00:02:50	00:00:22

Registro en sistema

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Registro en sistema	00:00:23	00:00:20	00:00:25	00:00:28	00:00:27	00:00:30	00:00:27	00:00:20	00:03:20	00:00:25

Tprom
Tiempo promedio de Total de Sólidos
05:14:13

Tabla 6.16: Tiempo promedio de TS.

Fuente: Elaboración propia.



Determinación del tiempo promedio de Sílice

Para realizar éste estudio de tiempos, se usó como patrón ocho (8) ensayos a de SiO₂

Para determinar SiO₂, se debe segmentar los procesos en varias etapas:

Preparación de materiales

	Tiempo observado por ciclo								Σ T	T _{prom}
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Preparación	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:08:00	00:01:00

Medición de muestra

	Tiempo observado por ciclo								Σ T	T _{prom}
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Medición	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:08:00	00:01:00

Colocar reactivo Hcl y molibdato

	Tiempo observado por ciclo								Σ T	T _{prom}
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Análisis	00:01:30	00:01:40	00:01:35	00:01:20	00:01:22	00:01:25	00:01:20	00:01:19	00:11:11	00:01:40

		Tprom
Reposo	Se deja reposar la muestra durante 10 min	00:10:00

Colocar ácido oxálico

	Tiempo observado por ciclo								Σ T	T _{prom}
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Ácido	00:00:20	00:00:25	00:00:23	00:00:20	00:00:27	00:00:20	00:00:20	00:00:20	00:02:50	00:00:22

Leer en colorímetro

	Tiempo observado por ciclo								Σ T	T _{prom}
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Leer muestra	00:01:30	00:01:40	00:01:35	00:01:20	00:01:22	00:01:25	00:01:20	00:01:19	00:11:11	00:01:40

Lavar y guardar materiales

	Tiempo observado por ciclo								Σ T	T _{prom}
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Lavar y guardar	00:00:20	00:00:25	00:00:23	00:00:20	00:00:27	00:00:20	00:00:20	00:00:20	00:02:50	00:00:22

Registro

	Tiempo observado por ciclo								Σ T	T _{prom}
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Registro	00:00:20	00:00:25	00:00:23	00:00:20	00:00:27	00:00:20	00:00:20	00:00:20	00:02:50	00:00:22

Registro en sistema

	Tiempo observado por ciclo								Σ T	T _{prom}
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Registro en sistema	00:00:23	00:00:20	00:00:25	00:00:28	00:00:27	00:00:30	00:00:27	00:00:20	00:03:20	00:00:25

	T _{prom}
Tiempo promedio de SiO ₂	00:16:51

Tabla 6.17: Tiempo promedio de SiO₂.

Fuente: Elaboración propia.



Determinación del tiempo promedio de Aluminio

Para realizar éste estudio de tiempos, se usó como patrón ocho (8) ensayos a de Al
Para determinar Al, se debe segmentar los procesos en varias etapas:

Lavar Material

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Preparación de matraz	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:08:00	00:01:00

Preparación de material de muestra

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Preparación	00:04:00	00:03:00	00:03:00	00:03:00	00:03:00	00:03:00	00:03:00	00:02:00	00:21:00	00:03:00

Nota: Incluye Agitar muestra, medir volumen, llenar 100 ml de muestra.

Digestión en plancha (1 muestra)

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Digerir	00:40:00	00:50:00	01:00:00	00:50:00	00:45:00	00:55:00	00:40:00	00:55:00	06:35:00	00:49:37

Nota: El tiempo de digestión es válida con la plancha actual y digerida a una (1) muestra (el tiempo varía dependiendo las cantidades de muestras).

									ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Enfriar	La muestra digerida se deja enfriar por 40 minutos								00:40:00	00:40:00

Nota: Éste tiempo es único para varias muestras en paralelo

Aforación

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Aforado	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:08:00	00:01:00

Traslado a equipo de absorción atómica

									ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Traslado	Se traslada la muestra al equipo de absorción atómica desde el laboratorio de aguas, esto tiene un tiempo de 3 minutos								00:03:00	00:03:00

Nota: Este tiempo es único para varias muestras en paralelo

DETERMINACIÓN DE Al

Colocar y calentar lampara de Al

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Calentar lámpara	00:04:00	00:05:00	00:05:00	00:04:00	00:07:00	00:07:00	00:07:00	00:05:00	00:44:00	00:05:30

Verificación de calibración

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Calibración	00:04:20	00:05:00	00:04:30	00:04:20	00:04:50	00:04:30	00:04:20	00:05:00	00:36:50	00:04:33

Leer muestra

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Lectura	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:08:00	00:01:00

Quitar lámpara

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Lectura	00:00:10	00:00:10	00:00:10	00:00:10	00:00:10	00:00:10	00:00:10	00:00:10	00:01:20	00:00:10



Cálculo aritmético

Cálculo	Tiempo observado por ciclo								$\sum T$	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
	00:00:52	00:00:52	00:00:50	00:00:51	00:00:50	00:00:52	00:00:51	00:00:51	00:06:50	00:00:51

Registro

Registro	Tiempo observado por ciclo								$\sum T$	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
	00:00:20	00:00:25	00:00:23	00:00:20	00:00:27	00:00:20	00:00:20	00:00:20	00:02:50	00:00:22

Registro en sistema

Registro en sistema	Tiempo observado por ciclo								$\sum T$	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
	00:00:23	00:00:20	00:00:25	00:00:28	00:00:27	00:00:30	00:00:27	00:00:20	00:03:20	00:00:25

Tprom
Tiempo promedio de Aluminio 01:49:55

Tabla 6.18: Tiempo promedio de Al.

Fuente: Elaboración propia.



Determinación del tiempo promedio de Turbidez

Para realizar éste estudio de tiempos, se usó como patrón ocho (8) ensayos a de Turb.
Para determinar Turbidez, se debe segmentar los procesos en varias etapas:

Encender equipo

	Tprom
Encender	Se enciende el equipo y se espera 30 min para que el equipo calibre 00:30:00

Nota: Éste tiempo es único para varias muestras en paralelo

Lavar celda (Frasco de muestra)

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Lavar	00:00:35	00:01:00	00:00:35	00:00:20	00:01:03	00:00:20	00:00:35	00:00:20	00:04:48	00:00:36

Agregar muestra

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Inicio	00:00:15	00:00:10	00:00:13	00:00:11	00:00:15	00:00:20	00:00:11	00:00:15	00:01:50	00:00:14

Introducir muestra en equipo

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Introducir	00:00:11	00:00:10	00:00:13	00:00:11	00:00:15	00:00:10	00:00:11	00:00:10	00:01:31	00:00:11

Estabilizar muestra

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Análisis	00:01:35	00:01:20	00:01:19	00:01:35	00:01:20	00:01:25	00:01:19	00:01:20	00:11:16	00:01:23

Registro

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Registro	00:00:20	00:00:25	00:00:23	00:00:20	00:00:27	00:00:20	00:00:20	00:00:20	00:02:50	00:00:22

Registro en sistema

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Registro en sistema	00:00:23	00:00:20	00:00:25	00:00:28	00:00:27	00:00:30	00:00:27	00:00:20	00:03:20	00:00:25

	Tprom
Tiempo promedio de Turbidez	00:32:11

Tabla 6.19: Tiempo promedio de Turbidez.

Fuente: Elaboración propia.



Determinación del tiempo promedio de Fósforo

Para realizar éste estudio de tiempos, se usó como patrón ocho (8) ensayos a de Fósforo

Para determinar Fósforo, se debe segmentar los procesos en varias etapas:

Preparación de material (Lavar y y colocar a digerir)

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Preparación	00:03:30	00:03:00	00:03:00	00:03:30	00:03:00	00:03:00	00:03:00	00:02:00	00:21:00	00:03:00

A digerir

	Tprom
Digestión	El proceso de digestión en la plancha tiene un tiempo de duración de 60 min
	01:00:00

	Tprom
Enfriar	La muestra digerida se deja enfriar por 40 minutos
	00:40:00

Nota: Éste tiempo es único para varias muestras en paralelo

Preparación patrón

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Preparación	00:04:00	00:02:00	00:04:00	00:03:00	00:03:00	00:03:00	00:03:00	00:02:00	00:21:00	00:03:00

Adición de reactivos y Aforación

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Adición y Aforación	00:05:00	00:04:55	00:05:05	00:05:10	00:04:50	00:05:00	00:04:57	00:05:03	00:40:00	00:05:00

Calibración de Colorímetro

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Calibración	00:04:00	00:06:00	00:05:00	00:04:00	00:06:00	00:07:00	00:07:00	00:05:00	00:44:00	00:05:30

Leer muestra

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Lectura	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:08:00	00:01:00

Lavar y guardar equipos

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Lavar	00:00:35	00:01:00	00:00:35	00:00:20	00:01:03	00:00:20	00:00:35	00:00:20	00:04:48	00:00:36

Registro

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Registro	00:00:20	00:00:25	00:00:23	00:00:20	00:00:27	00:00:20	00:00:20	00:00:20	00:02:50	00:00:22

Registro en sistema

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Registro en sistema	00:00:23	00:00:20	00:00:25	00:00:28	00:00:27	00:00:30	00:00:27	00:00:20	00:03:20	00:00:25

	Tprom
Tiempo promedio de Fósforo	01:58:53

Tabla 6.20: Tiempo promedio de Fósforo.

Fuente: Elaboración propia.



Determinación del tiempo promedio de Orto-fosfato

Para realizar éste estudio de tiempos, se usó como patrón ocho (8) ensayos a de O-Po4

Para determinar O-Po4, se debe segmentar los procesos en varias etapas:

Preparación de material

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Preparación	00:03:00	00:03:00	00:03:00	00:02:00	00:03:00	00:04:00	00:03:00	00:03:00	00:21:00	00:03:00

Dilución de muestras

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Dilución	00:01:30	00:01:40	00:01:35	00:01:20	00:01:22	00:01:25	00:01:20	00:01:19	00:11:11	00:01:40

Preparación de patrón

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Patrón	00:02:00	00:03:00	00:02:00	00:02:00	00:03:00	00:02:00	00:03:00	00:02:00	00:19:00	00:02:15

Adición de reactivos

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Reactivos	00:00:52	00:00:52	00:00:50	00:00:51	00:00:50	00:00:52	00:00:51	00:00:51	00:06:50	00:00:51

									Tprom
Reposar	La muestra(s) se dejan reposar por 10 min.								00:10:00

Nota: Éste tiempo es único para varias muestras en paralelo

Calibración de Colorímetro

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Calibración	00:04:00	00:06:00	00:05:00	00:04:00	00:06:00	00:07:00	00:07:00	00:05:00	00:44:00	00:05:30

Leer muestra

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Lectura	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:08:00	00:01:00

Lavar y guardar equipos

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Lavar	00:00:35	00:01:00	00:00:35	00:00:20	00:01:03	00:00:20	00:00:35	00:00:20	00:04:48	00:00:36

Tprom
Tiempo promedio de O-Po4 00:24:47

Tabla 6.21: Tiempo promedio de O-PO4.

Fuente: Elaboración propia.



Determinación del tiempo promedio de Estaño

Para realizar éste estudio de tiempos, se usó como patrón ocho (8) ensayos a de Sn

Para determinar el Sn, se debe segmentar los procesos en varias etapas:

Lavar Material

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Preparación de matraz	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:08:00	00:01:00

Preparación de material de muestra

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Preparación	00:04:00	00:03:00	00:03:00	00:03:00	00:03:00	00:03:00	00:03:00	00:02:00	00:21:00	00:03:00

Nota: Incluye Agitar muestra, medir volumen, llenar 100 ml de muestra.

Digestión en plancha (1 muestra)

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Digerir	00:40:00	00:50:00	01:00:00	00:50:00	00:45:00	00:55:00	00:40:00	00:55:00	06:35:00	00:49:37

Nota: El tiempo de digestión es válida con la plancha actual y digerida a una (1) muestra (el tiempo varía dependiendo las cantidades de muestras).

									ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Enfriar	La muestra digerida se deja enfriar por 40 minutos								00:40:00	00:40:00

Nota: Este tiempo es único para varias muestras en paralelo

Aforación

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Aforado	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:08:00	00:01:00

Traslado a equipo de absorción atómica

									ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Traslado	Se traslada la muestra al equipo de absorción atómica desde el laboratorio de aguas, esto tiene un tiempo de 3 minutos								00:03:00	00:03:00

Nota: Este tiempo es único para varias muestras en paralelo

DETERMINACIÓN DE Sn

Colocar y calentar lampara de Sn

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Calentar lámpara	00:04:00	00:05:00	00:05:00	00:04:00	00:07:00	00:07:00	00:07:00	00:05:00	00:44:00	00:05:30

Verificación de calibración

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Calibración	00:04:20	00:05:00	00:04:30	00:04:20	00:04:50	00:04:30	00:04:20	00:05:00	00:36:50	00:04:33

Leer muestra

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Lectura	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:08:00	00:01:00

Quitar lámpara

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Lectura	00:00:10	00:00:10	00:00:10	00:00:10	00:00:10	00:00:10	00:00:10	00:00:10	00:01:20	00:00:10



Determinación del tiempo promedio de Cobre

Para realizar éste estudio de tiempos, se usó como patrón ocho (8) ensayos a de Cu

Para determinar Cu, se debe segmentar los procesos en varias etapas:

Lavar Material

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Preparación de matraz	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:08:00	00:01:00

Preparación de material de muestra

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Preparación	00:04:00	00:03:00	00:03:00	00:03:00	00:03:00	00:03:00	00:03:00	00:02:00	00:21:00	00:03:00

Nota: Incluye Agitar muestra, medir volumen, llenar 100 ml de muestra.

Digestión en plancha (1 muestra)

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Digerir	00:40:00	00:50:00	01:00:00	00:50:00	00:45:00	00:55:00	00:40:00	00:55:00	06:35:00	00:49:37

Nota: El tiempo de digestión es válida con la plancha actual y digerida a una (1) muestra (el tiempo varía dependiendo las cantidades de muestras).

									ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Enfriar	La muestra digerida se deja enfriar por 40 minutos								00:40:00	00:40:00

Nota: Éste tiempo es único para varias muestras en paralelo

Aforación

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Aforado	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:08:00	00:01:00

Traslado a equipo de absorción atómica

									ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Traslado	Se traslada la muestra al equipo de absorción atómica desde el laboratorio de aguas, esto tiene un tiempo de 3 minutos								00:03:00	00:03:00

Nota: Éste tiempo es único para varias muestras en paralelo

DETERMINACIÓN DE Cu

Colocar y calentar lampara de Cu

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Calentar lámpara	00:04:00	00:05:00	00:05:00	00:04:00	00:07:00	00:07:00	00:07:00	00:05:00	00:44:00	00:05:30

Verificación de calibración

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Calibración	00:04:20	00:05:00	00:04:30	00:04:20	00:04:50	00:04:30	00:04:20	00:05:00	00:36:50	00:04:33

Leer muestra

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Lectura	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:08:00	00:01:00

Quitar lámpara

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Lectura	00:00:10	00:00:10	00:00:10	00:00:10	00:00:10	00:00:10	00:00:10	00:00:10	00:01:20	00:00:10



Cálculo aritmético

Cálculo	Tiempo observado por ciclo								$\sum T$	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
	00:00:52	00:00:52	00:00:50	00:00:51	00:00:50	00:00:52	00:00:51	00:00:51	00:06:50	00:00:51

Registro

Registro	Tiempo observado por ciclo								$\sum T$	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
	00:00:20	00:00:25	00:00:23	00:00:20	00:00:27	00:00:20	00:00:20	00:00:20	00:02:50	00:00:22

Registro en sistema

Registro en sistema	Tiempo observado por ciclo								$\sum T$	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
	00:00:23	00:00:20	00:00:25	00:00:28	00:00:27	00:00:30	00:00:27	00:00:20	00:03:20	00:00:25

Tprom
Tiempo promedio de Cobre
01:49:55

Tabla 6.22: Tiempo promedio de Cu.

Fuente: Elaboración propia.



Determinación del tiempo promedio de Coliforme

Para realizar éste estudio de tiempos, se usó como patrón ocho (8) ensayos a de CTO

Para determinar CTO, se debe segmentar los procesos en varias etapas:

Preparación de material

	Tiempo observado por ciclo								$\sum T$	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Preparación	00:03:00	00:03:00	00:03:00	00:02:00	00:03:00	00:04:00	00:03:00	00:03:00	00:21:00	00:03:00

Siembra

	Tiempo observado por ciclo								$\sum T$	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Siembra	00:02:30	00:03:20	00:03:15	00:03:40	00:03:00	00:03:20	00:03:00	00:03:15	00:22:20	00:02:47

A Incubadora

A Incubadora		Tprom
Incubar	Se introduce la muestra en la incubadora por 96 horas	96:00:00 .

Nota: Éste tiempo es independiente de la cantidad de muestras. Es decir, solo se realiza una vez para varias muestras.

Verificar resultado de oxígeno

	Tiempo observado por ciclo								$\sum T$	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Verificación	00:01:35	00:01:20	00:01:19	00:01:35	00:01:20	00:01:25	00:01:19	00:01:20	00:11:16	00:01:23

Replicar

Replicar		Tprom
Incubar	Se introduce la muestra en la incubadora por 24 horas	24:00:00

Nota: Éste proceso se lleva a cabo si la muestra arroja resultado positivo, en caso contrario no se realiza ésta replica.

Cálculo

	Tiempo observado por ciclo								$\sum T$	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Cálculo	00:00:52	00:00:52	00:00:50	00:00:51	00:00:50	00:00:52	00:00:51	00:00:51	00:06:50	00:00:51

Lavar y guardar equipos

	Tiempo observado por ciclo								$\sum T$	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Lavar	00:00:35	00:01:00	00:00:35	00:00:20	00:01:03	00:00:20	00:00:35	00:00:20	00:04:48	00:00:36

Registro

	Tiempo observado por ciclo								$\sum T$	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Registro	00:00:20	00:00:25	00:00:23	00:00:20	00:00:27	00:00:20	00:00:20	00:00:20	00:02:50	00:00:22

Registro en sistema

	Tiempo observado por ciclo								$\sum T$	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Registro en sistema	00:00:23	00:00:20	00:00:25	00:00:28	00:00:27	00:00:30	00:00:27	00:00:20	00:03:20	00:00:25

	Tprom
Tiempo promedio de CTO	120:09:24 .

Tabla 6.23: Tiempo promedio de CTO.

Fuente: Elaboración propia.



Determinación del tiempo promedio de Demanda Bioquímica de Oxígeno

Para realizar éste estudio de tiempos, se usó como patrón ocho (8) ensayos a de DBO

Para determinar DBO, se debe segmentar los procesos en varias etapas:

Preparación de agua disolución

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Preparación	00:10:00	00:15:00	00:13:00	00:10:00	00:12:00	00:10:00	00:18:00	00:13:00	02:08:33	00:12:25

Nota: Éste tiempo se aplica para varias muestras simultaneas.

Medición de Oxígeno Inicial

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Oxígeno inicial	00:01:35	00:01:20	00:01:19	00:01:35	00:01:20	00:01:25	00:01:19	00:01:20	00:11:16	00:01:23

Preparar blanco

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Blanco	00:02:30	00:03:20	00:03:15	00:03:40	00:03:00	00:03:20	00:03:00	00:03:15	00:22:20	00:02:47

Leer pH

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Análisis	00:04:00	00:03:00	00:03:00	00:03:00	00:03:00	00:03:00	00:03:00	00:02:00	00:23:00	00:02:30

Nota: En éste paso no se calibra el pH-metro, dado que previamente los técnicos ya han calibrado para los ensayos rutinarios.

A Incubadora

									Tprom
Incubar	Se introduce la muestra en la incubadora por 120 horas								120:00:00 .

Nota: Éste tiempo es independiente de la cantidad de muestras. Es decir, solo se realiza una vez para varias muestras.

Medición de Oxígeno Final

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Oxígeno Final	00:01:35	00:01:20	00:01:19	00:01:35	00:01:20	00:01:25	00:01:19	00:01:20	00:11:16	00:01:23

Registro

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Registro	00:00:20	00:00:25	00:00:23	00:00:20	00:00:27	00:00:20	00:00:20	00:00:20	00:02:50	00:00:22

Registro en sistema

	Tiempo observado por ciclo								ΣT	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Registro en sistema	00:00:23	00:00:20	00:00:25	00:00:28	00:00:27	00:00:30	00:00:27	00:00:20	00:03:20	00:00:25

	Tprom
Tiempo promedio de DBO	120:21:15 .

Tabla 6.24: Tiempo promedio de DBO.

Fuente: Elaboración propia.



Determinación del tiempo promedio de Oxígeno Disuelto

Para realizar éste estudio de tiempos, se usó como patrón ocho (8) ensayos de OD

Para determinar OD, se debe segmentar los procesos en varias etapas:

Preparación de agua disolución

	Tiempo observado por ciclo								? T	T _{prom}
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Preparación	00:10:00	00:15:00	00:13:00	00:10:00	00:12:00	00:10:00	00:18:00	00:13:00	02:08:33	00:12:25

Nota: Éste tiempo se aplica para varias muestras simultaneas.

Medición de Oxígeno Inicial

	Tiempo observado por ciclo								? T	T _{prom}
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Oxígeno inicial	00:01:35	00:01:20	00:01:19	00:01:35	00:01:20	00:01:25	00:01:19	00:01:20	00:11:16	00:01:23

Registro

	Tiempo observado por ciclo								? T	T _{prom}
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Registro	00:00:20	00:00:25	00:00:23	00:00:20	00:00:27	00:00:20	00:00:20	00:00:20	00:02:50	00:00:22

Registro en sistema

	Tiempo observado por ciclo								? T	T _{prom}
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Registro en sistema	00:00:23	00:00:20	00:00:25	00:00:28	00:00:27	00:00:30	00:00:27	00:00:20	00:03:20	00:00:25

T _{prom}
Tiempo promedio de OD 00:14:35 .

Tabla 6.25: Tiempo promedio de OD.

Fuente: Elaboración propia.



Determinación del tiempo promedio de Detergentes

Para realizar éste estudio de tiempos, se usó como patrón ocho (8) ensayos a de Detergentes

Para determinar Detergentes, se debe segmentar los procesos en varias etapas:

Lavado de balones

	Tiempo observado por ciclo								? T	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Lavar	00:11:00	00:15:00	00:13:00	00:10:00	00:12:00	00:12:00	00:15:00	00:13:00	02:08:33	00:12:25

Secar balones

										Tprom
Secar	Los balones se colocan en el horno a secar por 60 minutos									01:00:00

Nota: Éste tiempo es único para varias muestras en paralelo

Preparar patrón madre

	Tiempo observado por ciclo								? T	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Patrón madre	00:09:00	00:05:00	00:08:00	00:08:00	00:07:00	00:07:00	00:07:00	00:05:00	00:56:00	00:07:00

Preparar material

	Tiempo observado por ciclo								? T	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Material	00:07:10	00:07:26	00:08:00	00:07:30	00:07:15	00:07:15	00:07:25	00:07:20	00:59:21	00:07:30

Preparar patrones diluidos

	Tiempo observado por ciclo								? T	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Patrones diluidos	00:04:00	00:05:00	00:05:00	00:04:00	00:07:00	00:07:00	00:07:00	00:05:00	00:44:00	00:05:30

Preparación de Reactivos

	Tiempo observado por ciclo								? T	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Reactivos	00:15:00	00:18:00	00:15:00	00:13:00	00:15:00	00:18:00	00:15:00	00:16:00	01:41:00	00:15:34

Ejecución del ensayo

Tiempo observado por ciclo										? T	Tprom
1	2	3	4	5	6	7	8				
Ensayo	El tiempo de ejecución del ensayo tiene un tiempo de ejecución de 250 min (4 horas 10 min) con permanencia del técnico constante										04:10:00

Filtrado

	Tiempo observado por ciclo								? T	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Filtrado	00:02:00	00:03:00	00:02:00	00:02:00	00:02:00	00:02:00	00:02:00	00:02:00	00:17:00	00:02:13



Aforar

	Tiempo observado por ciclo								? T	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Aforo	00:04:00	00:03:00	00:03:00	00:03:00	00:03:00	00:03:00	00:03:00	00:02:00	00:23:00	00:02:30

		Tprom
Reposar	La muestra(s) se dejan reposar por 10 min.	00:10:00

Leer muestra

	Tiempo observado por ciclo								? T	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Lectura	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00	00:08:00	00:01:00

Lavar y guardar equipos

	Tiempo observado por ciclo								? T	Tprom
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Lavar	00:00:35	00:01:00	00:00:35	00:00:20	00:01:03	00:00:20	00:00:35	00:00:20	00:04:48	00:00:36

	Tprom
Tiempo promedio de Detergente	06:24:47

Tabla 6.26: Tiempo promedio de Detergente.

Fuente: Elaboración propia.



Resumen

A continuación se presenta la tabla con los tiempos promedios obtenidos a través del estudio detallado:

ENSAYOS	TPS (min)
Total de Sólidos Suspendidos	136,2
pH	9,88
Alcalinidad	14,86
Dureza	14,86
Cloruro	14,86
Alcalinidad Fenoltaleínica	14,86
Aceite	245,12
Amoníaco	47,86
Fluoruro	37,86
Cianuro	37,86
Hierro Total	109,9
Hierro Soluble	113,08
Zinc total	109,9
Zinc soluble	113,08
Cromo	109,9
Dureza Calcica	14,86
Total de Sólidos	434,09
Sílice	16,9
Aluminio	109,9
Turbidez	32,09
Fósforo	118,91
Ortofosfato	24,88
Estaño	109,9
Cobre	109,9
Coliforme totales	7209,45
Demanda bioquímica de oxígeno	7221,25
Oxígeno Disuelto	14,5
Detergente	384,8

Tabla 7.1 Tiempos promedios

Fuente: Elaboración propia



6.4 DETERMINACIÓN DE LA CALIFICACIÓN DE VELOCIDAD DEL OPERARIO.

Con el fin de normalizar los tiempos promedios, es necesario calcular el coeficiente de velocidad para posteriormente aplicar procedimientos aritméticos necesarios y así normalizar los tiempos.

Durante la toma de las muestras, se realizaron las observaciones correspondientes para calificar el desempeño del operario relacionado con los factores que lo afectan durante su jornada laboral. La calificación del operario fue realizada con el método Westinghouse (ver tabla 3.4).

FACTOR	CATEGORÍA	CLASE	PORCENTAJE
HABILIDAD	EXCELENTE	B1	+0.11
ESFUERZO	BUENO	C1	+0.05
CONDICIONES	ACEPTABLES	E	-0.03
CONSISTENCIA	EXCELENTE	B	+0.03
			C = 0.16



Tabla 7.2

Fuente: Elaboración propia

El factor habilidad del operario fue ubicado en la categoría “Excelente”, debida a que, la experiencia que tiene el trabajador en el campo laboral, ha adquirido las habilidades necesarias para efectuar las operaciones que se realizan en el laboratorio. El esfuerzo del operario fue calificado como bueno, porque si bien, el operario se muestra entusiasta ante el trabajo, se cree que podría esforzarse más durante la jornada. Las condiciones de trabajo se calificaron como aceptables, debido a que el entorno en el que se desarrolla la operación posee una temperatura agradable, suficiente iluminación pero poca ventilación. Por último se encuentra el factor consistencia, que se calificó como excelente.

Mediante la suma algebraica de cada uno de los porcentajes se obtuvo el valor de c, con el cual se procede a calcular Cv de la siguiente manera:

$$Cv = 1 \pm C \longrightarrow Cv = (1 - 0.16) = \underline{0.84}$$

Con un valor de $Cv = 0.84$, puede decirse que el operario posee un nivel de velocidad de 84%, lo cual se considera como un desempeño bueno.

6.5 CÁLCULO DE TIEMPO NORMAL

EL tiempo normal refleja el tiempo que toma el técnico en la ejecución del ensayo, sin que existan demoras o retrasos en el proceso.

El tiempo normal está dado por el producto entre el tiempo promedio seleccionado (TPS) y la calificación de velocidad (Cv), ambos calculados anteriormente.



A continuación se presentan los resultados del cálculo del tiempo normal (ver tabla 6.3):

ENSAYOS	TPS (min)	Cv	TN (min)
Total de Sólidos Suspendidos	136,2	0,84	114,41
pH	9,88	0,84	8,30
Alcalinidad	14,86	0,84	12,48
Dureza	14,86	0,84	12,48
Cloruro	14,86	0,84	12,48
Alcalinidad Fenoltaleínica	14,86	0,84	12,48
Aceite	245,12	0,84	205,90
Amoníaco	47,86	0,84	40,20
Fluoruro	37,86	0,84	31,80
Cianuro	37,86	0,84	31,80
Hierro Total	109,9	0,84	92,32
Hierro Soluble	113,08	0,84	94,99
Zinc total	109,9	0,84	92,32
Zinc soluble	113,08	0,84	94,99
Cromo	109,9	0,84	92,32
Dureza Calcica	14,86	0,84	12,48
Total de Sólidos	434,09	0,84	364,64
Sílice	16,9	0,84	14,20
Aluminio	109,9	0,84	92,32
Turbidez	32,09	0,84	26,96
Fósforo	118,91	0,84	99,88
Ortofosfato	24,88	0,84	20,90
Estaño	109,9	0,84	92,32
Cobre	109,9	0,84	92,32
Coliforme totales	7209,45	0,84	6055,94
Demanda bioquímica de oxígeno	7221,25	0,84	6065,85
Oxígeno Disuelto	14,5	0,84	12,18
Detergente	384,8	0,84	323,23

Tabla n°7.3 Tiempos normales.

Fuente: Elaboración propia



6.6 CÁLCULO DE TOLERANCIAS

Las tolerancias totales se calculan por medio de la siguiente fórmula:

$$\textit{Tolerancias} = \textit{NP} + \textit{FB} + \textit{Tolerancias variables}$$

Donde NP: Necesidades Personales.

FB: Fatiga Básica.

Las necesidades personales y fatiga básica, se consideran como variables fijas para el estudio.

6.6.1 Cálculo de las tolerancias fijas de la jornada de trabajo:

Para este cálculo deben repasarse los datos con los cuales se cuenta, es decir:

La jornada de trabajo es continua ya que se desarrolla de 7 am a 3 pm, para un total de ocho (08) horas por día durante cuatro (4) ó cinco (05) días a la semana.

Jornada Total expresada en minutos sería:

- 8hr/día = 480min/día
- El tiempo de preparación inicial (TPI) es de 20 minutos.
- El tiempo de preparación final (TPF) es de 15 minutos.
- Como la jornada es continua, se toma en cuenta la hora de descanso y alimentación, que son 30 minutos.
- El tiempo para que el empleado satisfaga sus necesidades personales (NP), corresponderá al 5% de la jornada, es decir, 24 minutos.
- El tiempo que el empleado tiene para descansar a través de su fatiga básica, corresponde al 4% de la jornada, es decir, 19.2 minutos.



6.6.2 Cálculo de tolerancias variables

Una vez verificados los datos con los que se cuenta, se procede a aplicar el método sistemático para la asignación de tolerancias por fatiga. Para aplicar el método debe utilizarse la definición operacional de los factores de fatiga (ver tabla de concesiones en el apéndice) y extraer los valores correspondientes para luego obtener un puntaje total (ver tabla 5).

FACTOR	PUNTOS (%)
TRABAJAR DE PIE	2%
POSTURA ANORMAL	0%
CALIDAD DE AIRE	0%
ILUMINACIÓN	0%
USO DE FUERZA	1%
TENSIÓN VISUAL	2%
TENSIÓN AUDITIVO	0%
TENSIÓN MENTAL	4%
MONOTONÍA MENTAL	1%
MONOTONÍA FÍSICA	1%
	TOTAL = 11%

Tabla 7.4: Método sistemático para tolerancias por fatiga.

Fuente: Elaboración propia.



6.6.3 Tolerancias totales

La totalización de las concesiones asignadas al técnico, resultará de la suma de las tolerancias fijas más las tolerancias variables. Las tolerancias fijas incluyen las necesidades personales y la base por fatiga inherente al hombre.

Tolerancias = Tol. Fijas + Tol. Variables = 5% + 4% + 11%

Tolerancias = 20%

Se le otorgará al trabajador 20% de tolerancias, lo cual también corresponde a un valor de 0.20.

Luego, con el valor del tiempo normal que se calculó anteriormente, y el valor del porcentaje de concesiones por fatiga que se le otorga al técnico de acuerdo a las condiciones bajo las cuales desarrolla los ensayos de rutina, se procede a realizar el cálculo del tiempo estándar de cada operación.

El tiempo estándar es el resultado de la aplicación de la siguiente expresión:

$$TE = TN * (1 + Tolerancias)$$

Aplicando la anterior ecuación con los datos obtenidos de los cálculos reflejados en la tabla 6.3, podemos obtener el Tiempo Estándar objeto de éste estudio (ver tabla 6.5).



ENSAYOS	TPS (min)	Cv	TN (min)	% Tolerancia	TE (min)
Total de Sólidos Suspendidos	136,2	0,84	114,41	20%	137,29
pH	9,88	0,84	8,30	20%	9,96
Alcalinidad	14,86	0,84	12,48	20%	14,98
Dureza	14,86	0,84	12,48	20%	14,98
Cloruro	14,86	0,84	12,48	20%	14,98
Alcalinidad Fenoltaleínica	14,86	0,84	12,48	20%	14,98
Aceite	245,12	0,84	205,90	20%	247,08
Amoníaco	47,86	0,84	40,20	20%	48,24
Fluoruro	37,86	0,84	31,80	20%	38,16
Cianuro	37,86	0,84	31,80	20%	38,16
Hierro Total	109,9	0,84	92,32	20%	110,78
Hierro Soluble	113,08	0,84	94,99	20%	113,98
Zinc total	109,9	0,84	92,32	20%	110,78
Zinc soluble	113,08	0,84	94,99	20%	113,98
Cromo	109,9	0,84	92,32	20%	110,78
Dureza Calcica	14,86	0,84	12,48	20%	14,98
Total de Sólidos	434,09	0,84	364,64	20%	437,56
Sílice	16,9	0,84	14,20	20%	17,04
Aluminio	109,9	0,84	92,32	20%	110,78
Turbidez	32,09	0,84	26,96	20%	32,35
Fósforo	118,91	0,84	99,88	20%	119,86
Ortofosfato	24,88	0,84	20,90	20%	25,08
Estaño	109,9	0,84	92,32	20%	110,78
Cobre	109,9	0,84	92,32	20%	110,78
Coliforme totales	7209,45	0,84	6055,94	20%	7267,13
Demanda bioquímica de oxígeno	7221,25	0,84	6065,85	20%	7279,02
Oxígeno Disuelto	14,5	0,84	12,18	20%	14,62
Detergente	384,8	0,84	323,23	20%	387,88

Tabla n°7.5 Tiempos Estándar.

Fuente: Elaboración propia



7.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LOS TIEMPOS ESTÁNDAR

Por medio del estudio realizado, se determinó los tiempos estándar de los ensayos realizados actualmente en el laboratorio de aguas, como resultado, se pueden apreciar los ensayos que poseen los tiempos más críticos o de mas duración para la emisión de resultados (ver tabla n°7.5 Tiempos Estándar), entre los cuales resaltan los ensayos: Total de Sólidos, Coliformes Totales, Demanda Bioquímica de Oxígeno y Detergentes, puesto que, dichos ensayos requieren un tiempo de reposo o de espera prolongados (Ver Tablas 7.17, 7.23, 7.24 y 7.26 de tiempo promedio).

Cabe destacar que varios ensayos se realizaron simultáneamente, Ejemplo: pH, Alc, Dza y Cl, y para efectos de otras muestras recibidas en el mismo día que requieran de los ensayos mencionados, no se consideran los tiempos de calibración.

Los técnicos al ejecutar los ensayos, realizan su tarea, de tal manera que agilizan los procesos al ejecutar varias tareas simultáneamente, esto genera un recorte significativo al tiempo de ejecución de cada ensayo respectivo



CONCLUSIONES

Una vez culminada la investigación, se concluyen los aspectos siguientes:

- 1) A través de la información recopilada en la carta de muestreo, se permitirá una mejor manipulación y visualización de la información que se requiera conocer, además de brindar la posibilidad de mejora en el proceso.
- 2) De acuerdo a la información obtenida a través de las preguntas OIT, se observó que existen demoras entre el tiempo de llegada del técnico al área y el inicio de ejecución de ensayos. Este tiempo muerto puede ser producido por falta de supervisión y control de hora al técnico.
- 3) A través de la Calificación de Velocidad, se pudo determinar que los técnicos del laboratorio, ejercen su labor a un 84% de su capacidad, indicando que poseen una buena velocidad de trabajo.
- 4) Gracias a los diagramas de proceso, se pudo obtener una fácil visualización de los ensayos, brindando una apreciación detallada de los procesos y los tiempos de los mismos.
- 5) Por medio del estudio de tiempo realizado, se logró determinar, que las demoras más críticas en los ensayos se encuentran relacionados con los procesos de espera en Incubación (Tiempo necesario para creación de bacteria establecido por norma para el ensayo), Calentamiento (Deficiencia de equipo) y Enfriamiento (A temperatura ambiente) de la muestra.
- 6) Como resultado de la investigación, se obtuvieron los siguientes tiempos señalados para los respectivos ensayos:

ENSAYOS	TE (min)
Total de Sólidos Suspendidos	137,29
pH	9,96
Alcalinidad	14,98
Dureza	14,98
Cloruro	14,98
Alcalinidad Fenoltaleínica	14,98
Aceite	247,08
Amoníaco	48,24
Fluoruro	38,16
Cianuro	38,16
Hierro Total	110,78
Hierro Soluble	113,98
Zinc total	110,78
Zinc soluble	113,98
Cromo	110,78
Dureza Calcica	14,98
Total de Sólidos	437,56
Sílice	17,04
Aluminio	110,78
Turbidez	32,35
Fósforo	119,86
Ortofosfato	25,08
Estaño	110,78
Cobre	110,78
Coliforme totales	7267,13
Demanda bioquímica de oxígeno	7279,02
Oxígeno Disuelto	14,62
Detergente	387,88

Tabla n°8.1 Tiempos Estándar.

Fuente: Elaboración propia



RECOMENDACIONES

Una vez finalizado el estudio y tomando en consideración los resultados que de él se derivaron, se cree conveniente que la empresa siga las recomendaciones que se muestran a continuación:

1. Tomando en cuenta los resultados de los tiempos de espera entre proceso y el tiempo de llegada de la muestra, se recomienda realizar un Estudio de Capacidad del laboratorio, con el fin de determinar la necesidad de nuevo técnico (Fijo en turno 2) o la rotación de personal (en los 3 turnos).
2. Determinar los tiempos muertos entre emisión de muestra y recepción de la misma.
3. Se recomienda definir la metodología para la entrega y recepción de muestras del laboratorio.
4. Mejorar los mecanismos de gestión y control de supervisión en los procesos de recepción de muestra, respuesta oportuna del laboratorio, suministro de usuario y control de personal.
5. Determinar los tiempos estándar por tipo de muestra, con el fin de elaborar el Indicador de Oportunidad del laboratorio, partiendo de los tiempos obtenidos en éste estudio.
6. Validar carta de muestreo con los clientes.



7. Determinar tiempos estándar faltantes de los ensayos del laboratorio por falta de insumos (Conductividad) y los no realizados por período de campaña o planta detenida (Materia orgánica, TDS, Na, K, TSV, NT).
8. Automatizar la recepción de muestra y migrar SILAB al SGL con el fin de mejorar el seguimiento y trazabilidad de las muestras.
9. Revisar y actualizar las prácticas del laboratorio, ya que existen documentos sin revisar desde el año 2006.



BIBLIOGRAFÍA

1. Bryan Salazar López, *Estudio de tiempos* [en línea]. Cali, Colombia. 2010. [Consulta: 30 Diciembre 2014]. Disponible en: <http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/estudio-de-tiempos/>
2. Hernández Sampieri, Roberto; Fernández Collado, Carlos; Baptista Lucio, Pilar. *Metodología de la Investigación*. México: Mc Graw Hill, 1997.
3. Marin C. Roumer J. *Diseño del indicador de oportunidad del laboratorio de insumos, perteneciente al Departamento de Materia Primas adscrito al Departamento de Calidad, en la Siderúrgica del Orinoco Alfredo Maneiro*. UNEG, Ciudad Guayana, 2014.
4. Narváez R., *Orientaciones prácticas para la elaboración de informes de investigación*, UNEXPO, 1997, Segunda edición.
5. Niebel Benjamin; Freivalds Andris. (2001). Ingeniería Industrial, 10^o Edición.
6. Siderúrgica del Orinoco Alfredo Maneiro. *La Empresa* [en línea]. Ciudad Guayana. 2009. [Consulta: 23 Diciembre 2014]. Disponible en: <http://www.sidor.com/index.php/la-nueva-sidor-54/sidor-es-venezuela/la-empresa>
7. Siderúrgica del Orinoco Alfredo Maneiro. *Lingotes* [en línea]. Ciudad Guayana. 2009. [Consulta: 23 Diciembre 2014]. Disponible en: <http://www.sidor.com/index.php/la-nueva-sidor-54/produccion-del-acero>
8. Siderúrgica del Orinoco Alfredo Maneiro. *Lingotes* [en línea]. Ciudad Guayana. 2009. [Consulta: 23 Diciembre 2014]. Disponible en: <http://www.sidor.com/index.php/catalogo-de-productos/semi-elaborados>

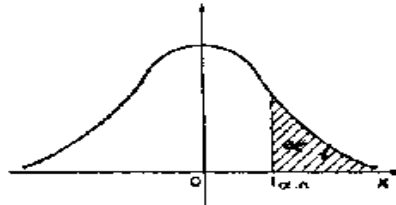


9. Siderúrgica del Orinoco Alfredo Maneiro. *Políticas de Calidad* [en línea]. Ciudad Guayana. 2009. [Consulta: 23 Diciembre 2014]. Disponible en: <http://www.sidor.com/index.php/la-nueva-sidor-54/politica-de-la-calidad>
10. Turmero I., *Apuntes de clases de Ingeniería de métodos, Ingeniería Industrial*. UNEXPO, 1997.



Anexos

Tabla t de student:



$\alpha/2$ gl	0,40	0,30	0,20	0,10	0,050	0,025	0,010	0,005	0,001	0,0005
1	0,325	0,727	1,376	3,078	6,314	12,71	31,82	63,66	318,3	636,6
2	0,289	0,617	1,061	1,886	2,920	4,303	6,963	9,925	22,33	31,60
3	0,277	0,584	0,978	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841	10,22	12,94
4	0,271	0,569	0,941	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604	7,173	8,610
5	0,267	0,559	0,920	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032	5,893	6,859
6	0,265	0,553	0,906	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707	5,208	5,959
7	0,263	0,549	0,896	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499	4,785	5,405
8	0,262	0,546	0,889	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355	4,501	5,041
9	0,261	0,543	0,883	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250	4,297	4,781
10	0,260	0,542	0,879	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169	4,144	4,587
11	0,260	0,540	0,876	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106	4,025	4,437
12	0,259	0,539	0,873	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055	3,930	4,318
13	0,259	0,538	0,870	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012	3,852	4,221
14	0,258	0,537	0,868	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977	3,787	4,140
15	0,258	0,536	0,866	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947	3,733	4,073
16	0,258	0,535	0,863	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921	3,686	4,015
17	0,257	0,534	0,863	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898	3,646	3,965
18	0,257	0,534	0,862	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878	3,611	3,922
19	0,257	0,533	0,861	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861	3,579	3,883
20	0,257	0,533	0,860	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845	3,552	3,850
21	0,257	0,532	0,859	1,323	1,721	2,080	2,518	2,831	3,527	3,819
22	0,256	0,532	0,858	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819	3,505	3,792
23	0,256	0,532	0,858	1,319	1,714	2,069	2,500	2,807	3,485	3,767
24	0,256	0,531	0,857	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797	3,467	3,745
25	0,256	0,531	0,856	1,316	1,708	2,060	2,485	2,787	3,450	3,725
26	0,256	0,531	0,856	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779	3,435	3,707
27	0,256	0,531	0,855	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771	3,421	3,690
28	0,256	0,530	0,855	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763	3,408	3,674
29	0,256	0,530	0,854	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756	3,396	3,659
30	0,256	0,530	0,854	1,310	1,697	2,042	2,457	2,750	3,385	3,646
40	0,255	0,529	0,851	1,303	1,648	2,021	2,423	2,704	3,307	3,551
50	0,255	0,528	0,849	1,298	1,676	2,009	2,403	2,678	3,262	3,495
60	0,254	0,527	0,848	1,296	1,671	2,000	2,390	2,660	3,232	3,460
80	0,254	0,527	0,846	1,292	1,664	1,990	2,374	2,639	3,195	3,415
100	0,254	0,526	0,845	1,290	1,660	1,984	2,365	2,626	3,174	3,389
200	0,254	0,525	0,843	1,286	1,653	1,972	2,345	2,601	3,131	3,339
500	0,253	0,525	0,842	1,283	1,648	1,965	2,334	2,586	3,106	3,310
∞	0,253	0,524	0,842	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576	3,090	3,291

Fuente: <http://www.slideshare.net/baalkara/tabla-t-student-12054690>



Tabla de Concesiones Fijas y Concesiones Variables.

CONCESIONES				
A. CONCESIONES CONSTANTES (FIJAS)				
A1. Necesidades personales: 5% (7%)				
A2. Básica por fatiga: 4% (4%)				
B. CONCESIONES VARIABLES				
B1. Por trabajar de pie: 2% (4%)				
B2. Por postura anormal:				
- <i>ligeramente molesta</i> : 0% (1%)				
- <i>molesta (cuerpo encorvado)</i> : 2% (3%)				
- <i>muy molesta (acostado, extendido)</i> : 7% (7%)				
B3. Calidad del aire:				
- <i>buen ventilación o aire libre</i> : 0% (0%)				
- <i>deficiente ventilación</i> : 5% (5%)				
- <i>malas condiciones de temperatura</i> : 5% (15%)				
B4. Iluminación:				
- <i>suficiente o levemente inferior a lo ideal</i> : 0% (0%)				
- <i>bastante inferior a lo ideal</i> : 2% (2%)				
- <i>insuficiente</i> : 5% (5%)				
B5. Uso de fuerza y vigor muscular (levantamiento de pesos), según el peso en kilogramos:				
2,5: 0% (1%)	10: 3% (4%)	20: 10% (15%)	30: 19% (-)	
5: 1% (2%)	15: 6% (9%)	22,5: 12% (18%)	40: 33% (-)	
7,5: 2% (3%)	17,5: 8% (12%)	25: 14% (-)	50: 58% (-)	
B6. Tensión visual del trabajo (precisión, exactitud, etc.):				
- <i>cierta precisión</i> : 0% (0%)				
- <i>preciso o fatigoso</i> : 2% (2%)				
- <i>muy preciso</i> : 5% (5%)				
B7. Tensión auditiva (nivel de ruido):				
- <i>sonido continuo</i> : 0% (0%)				
- <i>intermitente y fuerte</i> : 2% (2%)				
- <i>intermitente y muy fuerte</i> : 5% (5%)				
B8. Tensión mental del proceso:				
- <i>bastante complejo</i> : 1% (1%)				
- <i>atención dividida o requerimiento de amplia atención</i> : 4% (4%)				
- <i>muy complejo</i> : 8% (8%)				
B9. Monotonía mental del trabajo:				
- <i>algo monótono</i> : 0% (0%)				
- <i>bastante monótono</i> : 1% (1%)				
- <i>muy monótono</i> : 4% (4%)				
B10. Monotonía física del trabajo (tedio):				
- <i>algo aburrido</i> : 0% (0%)				
- <i>aburrido</i> : 2% (1%)				
- <i>muy aburrido</i> : 5% (2%)				

Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos98/medicion-del-trabajo-tiempos-y-movimientos/medicion-del-trabajo-tiempos-y-movimientos2.shtml>