

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS – UNIMINUTO**

**Propuesta de mejora del Proceso de Toma y Análisis de Muestras en el  
Laboratorio de Transequipos S.A.**

**Integrantes:**

Angela Viviana Vargas Correa - 770821

Karen Martínez Duran – 797711

**Asignatura:**

Opción de grado

**NRC:**

68052

**Nombre del tutor:**

Juan David Forero

**Bogotá D.C, 9 de diciembre de 2024**

## Tabla de contenido

Introducción	- 3 -
Objetivos	- 3 -
Descripción del Problema	- 4 -
Justificación Teórica y Técnica	- 4 -
Caracterización del Problema	- 5 -
Desarrollo del Trabajo	- 5 -
Propuesta	- 6 -
Impacto Potencial	- 12 -
Información o Contexto Adicional	- 12 -
Resultados y Conclusiones	- 13 -
Futuros Trabajos y Seguimiento	- 14 -
Referencias	- 14 -

## **Introducción**

Transequipos S.A. es una compañía colombiana con más de tres décadas de servicio especializado en servicios especializados e infraestructuras de diagnóstico y mantenimiento de sistemas eléctricos tales como transformadores, subestaciones, equipos críticos entre otros.

Su misión es brindar soluciones integrales de eficiencia para los equipos eléctricos de los clientes, disminuir el riesgo de error y hacer de Transequipos un aliado estratégico por medio de programática predictiva correctiva y preventiva, cada una de ellas desarrollada conforme al perfil de las instalaciones eléctricas particularmente.

Más allá del 2030, la empresa tiene previsto expandirse en América Latina y consolidar su liderazgo en al menos 5 países en 2030. Su iniciativa de crecimiento se centra en reforzar el equipo humano y adoptar tecnologías de última generación, sistemas online de monitoreo y análisis predictivo, para que las fallas puedan anticiparse e implementar soluciones proactivas. Transequipos ha desarrollado tecnologías de alianzas con marcas líderes mundiales en diagnóstico y monitoreo digital de última generación, lo que trae innovación y servicios especializados.

En lo que se refiere a la operación interna, Transequipos ha reconocido áreas a mejorar en su laboratorio en la eficiencia de su proceso operativo, desde el trabajo en sí y hasta considerando el flujo de trabajo, la calidad espacial entre otros. Este documento se propone como una solución propuesta que, además de avizor optimizar estos aspectos, permitan la eficacia de dicho proceso de análisis y garantizar el cumplimiento de los “alta” estándares de calidad a los que se asienta nuestra línea de negocio.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Propuesta de optimización del sistema productivo mediante el uso de FlexSim, empleando métodos de análisis de flujo y gestión del personal.

### **Objetivos Específicos**

- Realizar un diagnóstico exhaustivo del proceso actual en la empresa Transequipos, identificando áreas de oportunidad y puntos críticos.

- Diseñar y proponer una metodología que facilite la mejora del flujo de trabajo, basada en un análisis detallado de los desplazamientos realizados en las operaciones.
- Desarrollar una simulación en FlexSim que permita comparar el desempeño del sistema actual con el de la propuesta de mejora, evidenciando los beneficios potenciales.

### **Descripción del Problema**

La empresa no dispone actualmente de un estudio de distribución en planta enfocado en optimizar los desplazamientos dentro del espacio disponible.

El ambiente físico del laboratorio es propicio para un flujo de trabajo óptimo, la distribución de equipos, estaciones de trabajo y espacio de almacenamiento puede optar por un proceso de mejora para apoyar un proceso de circulación de análisis fluido, consecuentemente, los trabajadores realizarían menores desplazamientos dentro del laboratorio, para efectivizar pruebas y los análisis realizados en este caso optimizando la operación y reduciendo los tiempos de análisis de muestras.

### **Justificación Teórica y Técnica**

- Laboratorio de desplazamientos: con esa línea de pensamiento, el diseño de un laboratorio enmarcado debe orientarse al tráfego de trabajo desde el momento en que se reciben las muestras hasta el momento del reporte, incorporando las esperas minimizadas y movimientos de analistas mínimo.
- Materia en planta distribución espacial: sobre una descripción del ambiente de trabajo organizado y adaptado a necesidades físicas y cognitivas laborales resalta que si bien reduce lesiones minimiza el riesgo aumenta productividad y disminuye errores. En laboratorio se concreta donde los equipos y contacto deben estar adelantada para disminuir movidas y obviamente de esta manera trabajar más eficiente y minimizar desplazamientos al personal.
- Flujo de Trabajo dentro del laboratorio: en cuanto a los laboratorios, los estándares de calidad como ISO 9001 e incluso las regulaciones específicas como la ASTM D 974 en pruebas de análisis de aceite aislante, establecen lineamientos para garantizar que los resultados sean preciso y exacto. La disposición del espacio y la ejecución del trabajo junto con los equipos utilizados en errores de calibración adecuadas son esenciales en esto. Adicionalmente, en una instalación con partículas químicas y equipos

eléctricos sensitivos la seguridad siempre es una prioridad. En efecto, un diseño que permita una ordenación contribuye a reducir riesgos.

## **Caracterización del Problema**

Con el fin de mejorar la operación de Transequipos S.A. y para mejorar su operación, se propone una redistribución estratégica de equipos y estaciones con el fin de reducir desplazamientos innecesarios y aumentar la operación con calidad. La redistribución propuesta incorpora una zonificación funcional del espacio de trabajo donde se agrupan áreas de trabajo, como preparación de muestras, análisis diagnóstico, mantenimiento de equipos con rutas que eviten su cruces o interrupciones, siguiendo estaciones modulares y compartición vertical para aprovechar el espacio disponible. Sobre la base de FlexSim simulaciones, se evaluará la estrategia operativa para identificar posibles “cuellos de botella” y posibles fuentes de congestionamiento que no permiten el flujo sin reversión. Estas medidas serán a su vez complementadas con procedimientos guiados estandarizando tareas para que sea posible avanzar de manera más productiva en la calidad del laboratorio.

## **Desarrollo del Trabajo**

En este apartado, explica cómo se llevó a cabo el proyecto de mejora en el laboratorio:

Propuesta para la optimización del espacio físico disponible: Por análisis completo de la ubicación actual del laboratorio de Transequipos S.A., se identificaron zonas sobredimensionadas, zonas subutilizadas y congestiones en diversas zonas. Se utilizó herramientas de simulación, FlexSim, para proponer layouts alternativos en los cuales se prioriza la zonización funcional, destinando áreas según etapas de proceso (preparación, análisis, documentación). Se propone un nuevo diseño con estaciones móviles y almacenamientos verticales que maximicen el uso del espacio físico.

Identificación y análisis de interrupciones en el flujo de trabajo: El laboratorio reporta demoras fuertes por desplazamientos innecesarios, por ejemplo, recoger muestras o insumos de lugares que no están integrados. La no integración de los trabajos entre las zonas provoca falla en el diseño, dado un retraso de inicio del análisis y tiempo en desuso.

Mejora en la secuencia de los procesos de análisis mediante propuestas de optimización: Se establecieron pasos claros para la recepción de muestras hasta la entrega de los resultados. Se especificó las partes digitales del proceso clave para evitar errores del proceso humano y traza del proceso.

Estudio detallado de las estaciones de trabajo y su disposición: El análisis de las actuales estaciones de trabajo y su efecto en la eficiencia del laboratorio es establecida como una propuesta con el concepto de limitación de estaciones trabajadas específicamente por tipo de análisis (Coulometer, chispómetro, etc.) en una organización que recoja los procesos minimizando movimientos superfluos y mejorando su ergonomía.

Diseño de una propuesta para optimizar los desplazamientos dentro del laboratorio: Se propuso la realización de una simulación de escenarios operativos una del laboratorio en su organización actual y la otra el laboratorio con la propuesta de mejora, para la reorganización de los equipos y áreas de almacén de veracidad en los cruces de rutas y disminuir el tiempo de desplazamiento entre estaciones.

## **Propuesta**

Los pasos a seguir para proceder con la materialización de las mejoras identificadas para el laboratorio Transequipos S.A. deben pasar necesariamente por la evaluación de posibles alternativas para materializar los objetivos de alguna manera eficiente y viable. La siguiente es la alternativa primordial al laboratorio con su diagnóstico, metodología, análisis y diferenciación de beneficios esperados:

**Diagnóstico:** Se han encontrado problemas en cuanto al espacio no usado y el trabajo no fluido que se da en el laboratorio que produce tiempos muertos, limitando la productividad.

**Metodología:**

**Espacio existente:** análisis de la situación actual, mapear la ubicación actual del laboratorio y las relaciones de contenido.

**Cuello de botella:** Identificar las áreas críticas que generan demoras o redundancia

**Redistribución sugerida:** elaborar un esquema holístico para organizar el espacio y los movimientos internos.

Propuesta: De manera más concreta la primera alternativa consiste en reorganizar la distribución espacial del laboratorio, con el objetivo de mejorar la eficiencia del espacio y el flujo de trabajo. Dejar ahí, esto es movilizar los equipos y las estaciones de trabajo de la forma más estratégica donde sea posible de manera de garantizar que además las zonas más utilizadas estén cerca de las demás.



## Esquema Lineal del Proceso de Toma de Muestras y Análisis

### 1er paso:

- Descripción Detallada: Recibe la oficina administrativa la ficha que lleva los detalles de la muestra a analizar, toda la información del análisis solicitado, características del aceite que se analiza, fecha de recepción y cliente receptor. Es la primera instancia donde se valida esta información, bajo supervisión del personal administrativo.
- Obj. Especifico: Confirma que se le entregaron los datos suficientes para realizar el análisis en ella y que los clientes recibieron lo que pedían. La automatización de esta información inicial minimiza errores en la cadena de procesos de la misma.
- Espacio: Requiere una zona de oficina dentro del laboratorio, en que se dispongan la computadora para la transcripción digital de las fichas, de acceso a la BD central del laboratorio.

### 2do paso:

- Descripción Detallada: El analista a seleccionar y verificar que todos los materiales requeridos para la realización del análisis se encuentren listos, tanto reactivos químicos limpios y envasados en recipientes de muestras como equipos especiales como el coulometer, chispómetro Megger OTS100A y OC90E. Este mismo desarrollo incluye la calibración de equipos según las variedades de normas internacionales
- Obj. Específico: Eliminar el registro de pruebas interrumpidas debido a su falta o bien al operativo funcional incorrecto de equipos.
- Espacio: es una área estructurada al alcance de los reactivos y equipos, donde se asigna un área de calibración y preparación de instrumentos.

### **3er paso:**

- Espacio: Un laboratorio con estaciones de trabajo laborales claras y desplazadas para todas las pruebas en un orden secuencial, para minimizar el desplazamiento y tiempo muerto.
- Descripción Detallada: Mantener la calidad del análisis utilizando un flujo secuencial que evite tiempo muerto y asegurar la exactitud de la espera. Esto implica un procedimiento de análisis físico y químico de las muestras de aceite; siguiera el orden siguiente:
  - 1) Coulometer: Prueba inicial para determinar la humedad en el aceite utilizando un método de titulación de Karl Fischer, que mide la cantidad de agua presente. Esta prueba toma aproximadamente 5 minutos por muestra.



- 2) Rigidez Dieléctrica: Análisis con chispómetro Megger OTS100A y OC90E, que mide la capacidad del aceite de soportar tensión sin descomponerse. Es fundamental para evaluar la capacidad de aislamiento del aceite. El análisis toma unos 8 minutos por muestra.



- 3) Tensión Interfacial: Ensayo que mide la tensión interfacial del aceite para evaluar la presencia de contaminantes. Se utiliza un anillo de Pt-Ir para medir la fuerza necesaria para separar dos líquidos no solubles (agua-aceite). Este ensayo toma 5 minutos por muestra.



- 4) Número Ácido: Evaluación de la acidez del aceite mediante titulación química con hidróxido de potasio (KOH). La prueba determina la calidad del aceite, tomando 5 minutos por muestra.



- 5) Factor de Potencia (opcional): Medición de la calidad dieléctrica del aceite, importante en casos específicos. Este análisis toma entre 15 y 20 minutos por muestra.



- 6) Azufre Corrosivo (opcional): Determinación de la presencia de compuestos de azufre en el aceite. Este ensayo también es opcional y toma 5 minutos por muestra.



#### 4to paso:

- Descripción Detallada: Los resultados son revisados por el principal analista y se preparan tanto en digital como físico. El cliente es notificado de la disponibilidad de los resultados.
- Espacio: Un área de oficina a prescripción del cliente, espacio para reuniones y presentaciones de informes.

## Impacto Potenciales

- Reducción de desplazamientos: La optimización de los trayectos en la planta conlleva el análisis de los flujos de trabajo, la reestructuración del diseño para aproximar las estaciones esenciales y la implementación de sistemas automatizados que disminuyan tiempos y esfuerzo.
- Organización del trabajo: Es fundamental establecer roles claros, organizar horarios eficaces y formar al personal para incrementar la productividad y prevenir duplicidades.
- Mejoras en la planta para reubicar las máquinas: Es necesario un diseño funcional para reorganizar máquinas que tome en cuenta espacio, ergonomía y seguridad, reduciendo las interrupciones durante su puesta en marcha.
- Identificación de cuellos de botella: La supervisión de procesos y el análisis de tiempos de ciclo facilita la identificación de áreas críticas y la implementación de mejoras para balancear la capacidad y evitar demoras.

## Información o Contexto Adicional

El laboratorio de Transequipos S.A. se adhiere a estándares internacionales, como las normativas ASTM y las especificaciones de la IEC, para garantizar la calidad de los análisis. Además, el personal del laboratorio recibe formación continua en las mejores prácticas de la industria para mantener la excelencia en los servicios.

A continuación, se presenta un contexto adicional que resalta la importancia de la optimización del proceso:

- Importancia del Análisis de Muestras:  
Los análisis de muestras son esenciales para evaluar la calidad de los aceites y otros productos industriales. Estos resultados no solo afectan la toma de decisiones en la producción y el uso de estos productos, sino que también impactan la confianza de los clientes en los servicios ofrecidos por el laboratorio. La precisión y la rapidez en estos análisis son cruciales para el éxito operativo de las empresas que dependen de estos datos.
- Desafíos del Entorno Laboral:

En un laboratorio, el flujo de trabajo puede verse interrumpido por diversas variables, incluyendo la disposición física de las estaciones de trabajo, la disponibilidad de materiales y la necesidad de coordinar esfuerzos entre varios analistas. Estos desafíos pueden llevar a ineficiencias que, aunque no siempre son evidentes, tienen un efecto acumulativo que afecta la productividad y la calidad del servicio.

- **Tendencias de la Industria:**

La industria química y de análisis está en constante evolución, impulsada por la necesidad de cumplir con normativas cada vez más estrictas y la demanda de resultados más rápidos y precisos. La digitalización y la automatización se están convirtiendo en prácticas estándar en los laboratorios, lo que permite una mejor gestión de datos y una reducción de errores. Adicionalmente, la competitividad del sector exige que los laboratorios optimicen sus procesos para mantener su relevancia en el mercado.

- **Beneficios de la Ergonomía y el Diseño Funcional:**

La ergonomía en el diseño del espacio de trabajo no solo contribuye a un entorno laboral más saludable, sino que también puede mejorar la moral y la satisfacción de los empleados. Un diseño que minimiza el esfuerzo físico y mental requerido para completar las tareas puede resultar en un aumento en la productividad y una disminución en la tasa de rotación de personal.

- **Compromiso con la Calidad:**

Transequipos S.A. se compromete a mantener altos estándares de calidad en todos sus procesos. La implementación de un flujo de trabajo optimizado y la digitalización son pasos clave para cumplir con este compromiso. A través de la mejora de procesos, el laboratorio no solo busca satisfacer las expectativas de sus clientes, sino también superar sus propias métricas de desempeño.

## **Resultados y Conclusiones**

Se lleva a cabo un diagnóstico exhaustivo de la situación actual, seguido de la implementación de un método propuesto para la organización del trabajo. Posteriormente, se desarrolla una simulación del sistema actual y una simulación del método propuesto, permitiendo la comparación entre ambos escenarios. Según los resultados obtenidos, se concluye que, teóricamente, el método propuesto podría ofrecer mejoras sustanciales respecto al sistema actual, mostrando un gran potencial para optimizar los procesos y aumentar la eficiencia general.

## Futuros Trabajos y Seguimiento

Para asegurar la sostenibilidad de los beneficios del esquema lineal, se propone un seguimiento periódico de los resultados operativos, evaluando el flujo de trabajo y ajustando posibles áreas de mejora. Además, la empresa planea capacitar continuamente al personal en prácticas eficientes y métodos organizativos, asegurando que todos los colaboradores se adapten al sistema optimizado y respondan con agilidad a las demandas del mercado y de los clientes.

## Referencias

- ASTM International. (n.d.). ASTM D-3612: Protocolo estándar para la detección de gases disueltos en aceite mediante cromatografía de gases. <https://www.astm.org/Standards/D3612.htm>
- Megger. (n.d.). Manual de usuario del Megger OTS100A y OC90E: Guía sobre el uso y mantenimiento de los equipos utilizados en el laboratorio. <https://www.megger.com/>
- Transequipos S.A. (n.d.). Procedimientos internos del laboratorio: Documentación sobre la calidad, mantenimiento de equipos y metodologías de análisis adoptadas en Transequipos S.A. [Documento interno].
- Organización Internacional de Normalización. (2018). ISO 17025: Requisitos generales para la competencia de laboratorios de ensayo y calibración. <https://www.iso.org/standard/66912.html>
- Asociación Química Americana. (n.d.). Seguridad en el laboratorio químico. <https://www.acs.org/content/acs/es/education/resources/undergraduate/chemistry-lab-safety.html>