

Señores:

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO (SIC)

Delegatura para la Propiedad Industrial

Dirección de Nuevas Creaciones

E.S.D.

Ref.: Contestación al Requerimiento de Fondo (Art. 45 de la Decisión 486)

Expediente No.: NC2022/0005596

Solicitante: UNIVERSIDAD DEL CAUCA

Invencción: "SISTEMA Y MÉTODO PARA CLASIFICAR SUELOS FINOS EN EL SUCS (SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS) POR MEDIO DE DISPERSIÓN ÓPTICA EN MEDIO LÍQUIDO"

MARIA ANGELA URIBE FRANCO, mayor de edad, identificada con la C.C. No. 1.061.752.796 de Popayán, y portadora de la T.P. No. 413592 del Consejo Superior de la Judicatura, actuando en calidad de apoderado de la **UNIVERSIDAD DEL CAUCA**, solicitante en el trámite de la referencia, por medio del presente escrito me permito dar respuesta a los requerimientos formulados en el oficio 10005 del 24 de junio de 2025, con base en los siguientes argumentos:

1. En relación al título y alcance de la Invencción:

Se ajusta el título de la invención, el cual quedará así:

EQUIPO Y MÉTODO PARA CLASIFICAR SUELOS FINOS EN EL SUCS (SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS) POR MEDIO DE DISPERSIÓN ÓPTICA EN MEDIO LÍQUIDO

1. En relación con las observaciones de forma (Numerales 3.1 y 3.2 del requerimiento)

1.1. Sobre la concisión y claridad de las reivindicaciones (Numeral 3.1)

Acogemos la sugerencia del despacho con el fin de mejorar la concisión y claridad del capítulo reivindicatorio. Hemos identificado la redundancia entre las reivindicaciones 1 (de sistema) y 10 (de método) y, en consecuencia, se modificó el pliego reivindicatorio para que la reivindicación de sistema se centre en los componentes estructurales y funcionales, mientras que la reivindicación de método describa las etapas del proceso de manera secuencial y lógica.

Esta reestructuración no solo elimina la información repetida, sino que también fortalece la definición de la invención, precisando las características técnicas esenciales que la distinguen claramente del estado de la técnica, como se demostrará más adelante.

A continuación, se presenta el nuevo capítulo reivindicatorio:

CAPÍTULO REIVINDICATORIO MODIFICADO

1. Un equipo (100) implementado por computador, para clasificar suelos finos a través de esparcimiento óptico en medio líquido, **caracterizado porque** comprende:
 - una carcasa (101);
 - una cubeta (102) transparente para depositar una muestra de suelo en un medio líquido;
 - un módulo de agitación y de posicionamiento de agitador (106) configurado para homogenizar la mezcla en la cubeta (102);
 - un diodo láser (107) para emitir un haz de luz;
 - un divisor de haz (108) que divide el haz de luz en un primer haz que atraviesa la muestra y un segundo haz de referencia que no la atraviesa;
 - un sensor óptico (111) conformado por un primer fotodiodo que recibe el primer haz y un segundo fotodiodo que recibe el segundo haz de referencia; y
 - una tarjeta de adquisición, procesamiento y análisis de datos (104) que incluye un procesador configurado para:
 - recibir las señales de intensidad de luz registradas por ambos fotodiodos a lo largo de un período de tiempo durante la sedimentación de la muestra;
 - normalizar la señal de intensidad del primer haz dividiéndola entre la señal del segundo haz de referencia para minimizar fluctuaciones;
 - identificar, sobre la señal normalizada, características temporales y frecuenciales asociadas a la curva de sedimentación;
 - introducir dichas características a un clasificador previamente entrenado, para asignar la muestra a uno de los cuatro grupos del sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS); y
 - desplegar el resultado de la clasificación en una pantalla (103).
2. El equipo (100) de la reivindicación 1, **caracterizado porque** además comprende un módulo de posicionamiento de muestra (109) que desplaza la cubeta (102) entre una posición de depósito y una de homogenizado.
3. El equipo (100) de la reivindicación 1, **caracterizado porque** además comprende filtros de densidad neutra (110) para oscurecer el segundo haz de referencia y establecer una relación predefinida entre los haces.
4. Un método implementado por computador, para clasificar suelos finos a través de esparcimiento óptico en medio líquido por medio del equipo de la Reivindicación 1, **caracterizado porque** comprende las siguientes etapas:

- depositar una muestra de suelo y un medio líquido en una cubeta transparente (102);
- agitar la mezcla para homogenizarla;
- iluminar la muestra homogenizada con un primer haz de luz y, simultáneamente, dirigir un segundo haz de luz de referencia que no atraviesa la muestra;
- detectar, mediante un sensor óptico (111) de dos fotodiodos, las variaciones de intensidad del primer haz de luz que atraviesa la muestra durante su proceso de sedimentación y la intensidad del segundo haz de referencia;
- normalizar la señal de intensidad del primer haz dividiéndola entre la señal del segundo haz de referencia;
- identificar sobre la señal normalizada características temporales y frecuenciales que caracterizan la curva de sedimentación de la muestra analizada;
- introducir dichas características en un clasificador, previamente entrenado, para que las asigne a uno de los cuatro grupos establecidos en el sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS); y
- desplegar el resultado de la clasificación en una interfaz de visualización (103).

1.2. Sobre la adición de figuras (Numeral 3.2)

Atendiendo a la solicitud del despacho para una mejor comprensión de la invención, junto con este escrito anexaremos las Figuras 7, 8, 9 y 10 que incluye una proyección lateral, una proyección frontal y una vista en explosión de los elementos estructurales del sistema (100).

2. En relación con el examen de fondo sobre el nivel inventivo

Con el mayor respeto, disentimos de la conclusión del despacho sobre la supuesta falta de nivel inventivo de la invención. Si bien los documentos D1 y D2 se relacionan con la medición de partículas mediante técnicas ópticas, ninguno de ellos, ni individualmente ni en combinación, enseña o sugiere la solución técnica particular propuesta en nuestro desarrollo para resolver el problema específico de la clasificación de suelos finos en el SUCS.

2.1. El problema técnico y la solución no obvia de la invención

El **problema técnico** que resuelve nuestra invención no es la mera "detección de partículas" (como en D1) ni la "determinación de la distribución de tamaño de partículas" (como en D2). El problema real, radicado en el campo de la ingeniería civil y la geotecnia, es la **necesidad de clasificar suelos finos de manera rápida, objetiva y precisa según el estándar SUCS**, superando las limitaciones de subjetividad, error humano y lentitud (procesos de hasta 48 horas) de los métodos convencionales como el de la Copa de Casagrande.

La **solución técnica** de la invención es altamente novedosa y no evidente. No se basa en una medición estática, sino en el **análisis de la dinámica del proceso de sedimentación de la muestra de suelo a lo largo del tiempo**. La invención se fundamenta en el hallazgo de que la forma y características de la curva de dispersión óptica relativa en función del tiempo están directamente correlacionadas con la plasticidad del suelo, un parámetro fundamental para la clasificación SUCS. Como se describe en el documento de la solicitud, las arcillas presentan curvas con crecimiento en forma de "escalones", mientras que los limos muestran un crecimiento "rizado".

Este principio de funcionamiento es la **característica esencial** de la invención y no se encuentra en D1 ni en D2:

- **D1 (US2021381948)** se enfoca en mejorar la relación señal-ruido para la *detección* de la presencia de partículas en un fluido, mediante el uso de un haz de bombeo y un haz incidente. Su método es para una detección casi instantánea y no enseña a analizar un proceso de sedimentación prolongado para determinar propiedades geotecnias de un material.
- **D2 (Producto de Lavalab Inc.)** es un granulómetro láser de propósito general que determina la distribución del tamaño de partículas basándose en los patrones de difracción de la luz (teorías de Fraunhofer o Mie). Su objetivo es responder a la pregunta "¿qué tamaños de partículas hay y en qué proporción?", pero no a la pregunta "¿cuál es la clasificación SUCS de este suelo fino?". D2 no analiza la evolución temporal de la muestra.

Un experto en la materia, incluso conociendo D1 y D2, no encontraría una motivación para combinarlos y llegar a la invención reivindicada. No hay nada en estos documentos que sugiera monitorear la sedimentación de un suelo durante un tiempo prolongado y correlacionar la forma de la curva de intensidad de luz con las categorías del sistema SUCS. La invención logra un **efecto técnico sorprendente**: una clasificación geotecnia automatizada, rápida y objetiva, que no se deriva de forma evidente del estado de la técnica.

2.2. Tablas Comparativas

Para mayor claridad, presentamos las siguientes tablas comparativas que detallan las diferencias sustanciales entre nuestra invención y los documentos citados.

Tabla 1: Comparativa del SISTEMA (Reivindicación 1)

Característica Técnica	Invencción Solicitada (NC2022/0005596)	D1 (US2021381948)	D2 (Lavalab Particle Sizer)	Inc.	Diferencias Sustanciales y Justificación del Nivel Inventivo
Propósito/Aplicación	Clasificar suelos finos según el estándar geotécnico SUCS (CH, CL, MH, ML).	Detección genérica de partículas en un fluido para mejorar la relación señal-ruido.	Medición de la distribución del tamaño de partículas de un material genérico.		La invención tiene una finalidad específica y especializada no abordada por D1 y D2. El sistema está diseñado para un problema geotécnico concreto, no para análisis genéricos de partículas.
Principio de Medición	Análisis de la evolución temporal de la dispersión de luz durante la sedimentación de la muestra en un medio líquido.	Detección de la dispersión de luz combinada con luz incidente en un momento dado para identificar la presencia de una partícula.	Análisis del patrón de difracción de luz estática (ángulo vs. intensidad) para calcular la distribución de tamaños.		El principio es radicalmente diferente. La invención no mide un estado, sino un proceso dinámico (sedimentación) a lo largo del tiempo. Este enfoque temporal es la clave del nivel inventivo.
Componentes Clave	Módulo de agitación (106), divisor de haz (108) para haz de muestra y haz de referencia , sensor con dos fotodiodos, y procesador (104) con un clasificador entrenado para SUCS .	Fuente de luz, haz de bombeo, haz incidente, fotodetector único. No describe un haz de referencia para normalización.	Sistema de dispersión de muestra, celda de medición, fuente láser, y un arreglo de detectores para capturar el patrón de difracción angular.		La configuración de la invención con un haz de referencia y la posterior normalización de la señal es una característica única que aporta robustez a la medición temporal. Además, el clasificador de software entrenado es un componente esencial no sugerido por D1 o D2.
Procesamiento de Datos	Normaliza la señal, identifica características temporales y frecuenciales de la curva de sedimentación y las introduce en un clasificador (machine learning) para asignar una categoría SUCS.	Genera una señal de detección de partículas, no un análisis de curva temporal.	Aplica modelos matemáticos (Mie/Fraunhofer) al patrón de difracción para calcular el porcentaje de partículas de cada tamaño.		El procesamiento es completamente distinto y no obvio. La invención extrae <i>features</i> de una señal en el dominio del tiempo/frecuencia para una clasificación cualitativa, no calcula una distribución de tamaños.
Resultado Final	Una clasificación del suelo dentro de una de las cuatro categorías del SUCS (ej: "Arcilla de alta compresibilidad - CH").	Una señal que indica la presencia/ausencia de partículas.	Un histograma o reporte de la distribución de tamaños de partícula (ej: 10% de partículas de 5µm, 20% de 10µm, etc.).		El resultado de la invención es una clasificación geotécnica de alto nivel , un dato directamente utilizable en ingeniería civil, no un dato crudo de tamaño o presencia de partículas.

Tabla 2: Comparativa del MÉTODO (Reivindicación 4)

Etapas del Método	Invención Solicitada (NC2022/0005596)	D1 (US202138194 8)	D2 (Lavalab Inc. Particle Sizer)	Diferencias Sustanciales y Justificación del Nivel Inventivo
Preparación de Muestra	Depositar la muestra de suelo en medio líquido y homogenizarla mediante agitación para iniciar un proceso de sedimentación controlado.	Dirigir un flujo de fluido que contiene partículas a una zona de interrogación.	Dispersar la muestra en un circuito líquido para asegurar que las partículas pasen individualmente por el haz láser.	La etapa de homogenización en la invención es crucial para establecer un punto de partida (t=0) para el análisis de la sedimentación , un concepto ajeno a D1 y D2.
Adquisición de Datos	Monitorear continuamente la intensidad de luz que atraviesa la muestra durante un período prolongado mientras las partículas se sedimentan.	Detectar la combinación de luz dispersada e incidente en el instante en que una partícula interactúa con los haces.	Medir el patrón de luz dispersada en un arreglo de detectores en un único momento o en un promedio muy corto.	El corazón inventivo reside en el monitoreo prolongado del proceso físico de la sedimentación. Ni D1 ni D2 enseñan a realizar una medición continua en el tiempo para analizar la dinámica de la muestra.
Análisis de la Señal	Normalizar la señal usando un haz de referencia. Identificar características temporales y frecuenciales (forma de la curva, "escalones" vs "rizado") de la señal de sedimentación.	Producir una señal que corresponde a la intensidad de la luz combinada. No hay análisis temporal de la señal.	Aplicar la teoría de Mie o Fraunhofer a los datos de intensidad angular para deconvolucionar y obtener la distribución de tamaños.	El análisis de la invención es cualitativo y basado en la forma de la señal en el tiempo , lo cual no es sugerido por los métodos de D1 o D2, que son cuantitativos y basados en intensidad espacial/angular.
Clasificación/Resultado	Introducir las características de la curva en un clasificador previamente entrenado para obtener una	No realiza ninguna clasificación; solo detecta.	No realiza clasificación geotécnica; genera un reporte de distribución de	La etapa de clasificación mediante un modelo entrenado es una característica distintiva clave que permite traducir los datos ópticos a una clasificación de ingeniería significativa y

	clasificación SUCS.		tamaños.	estandarizada. Esto no es obvio ni está sugerido.
--	---------------------	--	----------	--

3. Conclusión

Con base en lo expuesto, es evidente que la invención reivindicada en el expediente NC2022/0005596 posee un claro y suficiente nivel inventivo. La solución técnica propuesta para la clasificación de suelos finos se basa en un principio de funcionamiento —el análisis de la dinámica de la sedimentación mediante dispersión óptica— que no es divulgado, enseñado ni sugerido por los documentos D1, D2 o su combinación.

El experto en la materia no llegaría de manera obvia a la invención, ya que requeriría una actividad creativa considerable para: (i) identificar la correlación entre la curva de sedimentación óptica y la plasticidad del suelo, y (ii) diseñar un sistema y método específicos que aprovechen esta correlación para realizar una clasificación geotécnica según el estándar SUCS.

Por todo lo anterior, y habiendo subsanado los requisitos de forma, solicitamos respetuosamente al despacho reevaluar la objeción de falta de nivel inventivo y, en consecuencia, proceder con el trámite para la concesión de la patente solicitada.

Agradezco de antemano su atención.

Cordialmente,



MARIA ÁNGELA URIBE FRANCO

C.C.: 1.061.752.796 de Popayán

T.P.: 413.592 del C. S. de la J.

Correo electrónico: mangela@unicauca.edu.co

Apoderado de la UNIVERSIDAD DEL CAUCA