

# VI Congreso Internacional Multidisciplinario de **EDUCACIÓN SUPERIOR**



**18-19-20**  
**mayo 2018**  
**Durán - Ecuador**

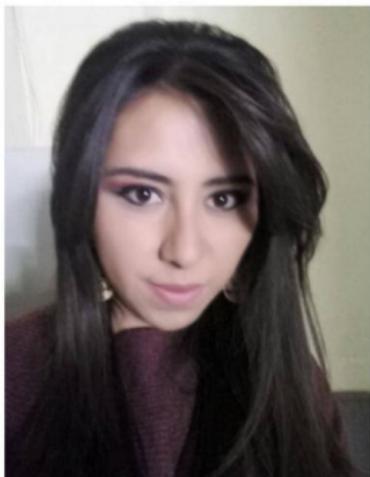


**PUESTA EN MARCHA Y VALIDACIÓN EXPERIMENTAL DE UN  
SENSOR PARA CONTAJE Y CLASIFICACIÓN DE PARTÍCULAS  
CONTAMINANTES EN ACEITES LUBRICANTES.**





- **MÁSTER EN INGENIERÍA DEL MANTENIMIENTO**
- **INGENIERO MECÁNICO AUTOMOTRIZ**
- **DIPLOMADO “Mantenimiento de maquinaria pesada, en construcción y minería”**
- **DOCENTE EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA, CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ**
- **INVESTIGADOR EN UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA**
- **JEFE DE MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA HIDALGO E HIDALGO**



- **Ingeniera en Mantenimiento,**
- **Magister en Gestión de Operaciones,**
- **Experiencia en las ramas de Calidad, Productividad, Sistemas Integrados de Gestión y Modelos sistemáticos de Mantenimiento Industrial;**
- **Docente de tercer nivel,**
- **Ponente nacional e internacional**
- **Consultor – Asociación Ecuatoriana de Ingeniería de Mantenimiento**

Determinar el grado de limpieza de un fluido, por medio de un innovador dispositivo on-line de tipo óptico utilizado en la ingeniería mecánica y automotriz para el contaje y clasificación de partículas contaminantes en aceites lubricantes.

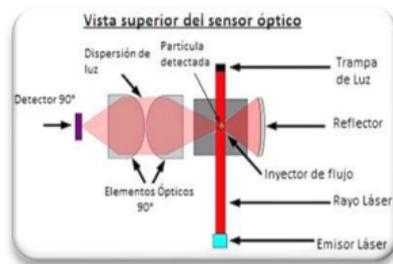
## PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO

¿QUÉ TIPO DE CONTADORES Y CLASIFICADORES DEPARTÍCULAS EXISTEN EN EL MERCADO?

		
Contador de partículas digital de láser portátil MAHLER FC 3900 series	Contador de partículas Alabaco mobil Fluid	Contador de partículas Pemes 330
		
Contador de partículas digital electrónico automático labount LCD20 de Partier	Contador de partículas Beckman Coulter Mias 8011	Contador de partículas Espectro LNF Q200 Series
		
Contador de partículas OL laser 3100	Contador de partículas digital de láser para fluido hidráulico LasPoC II	Medidor de partículas LDP100

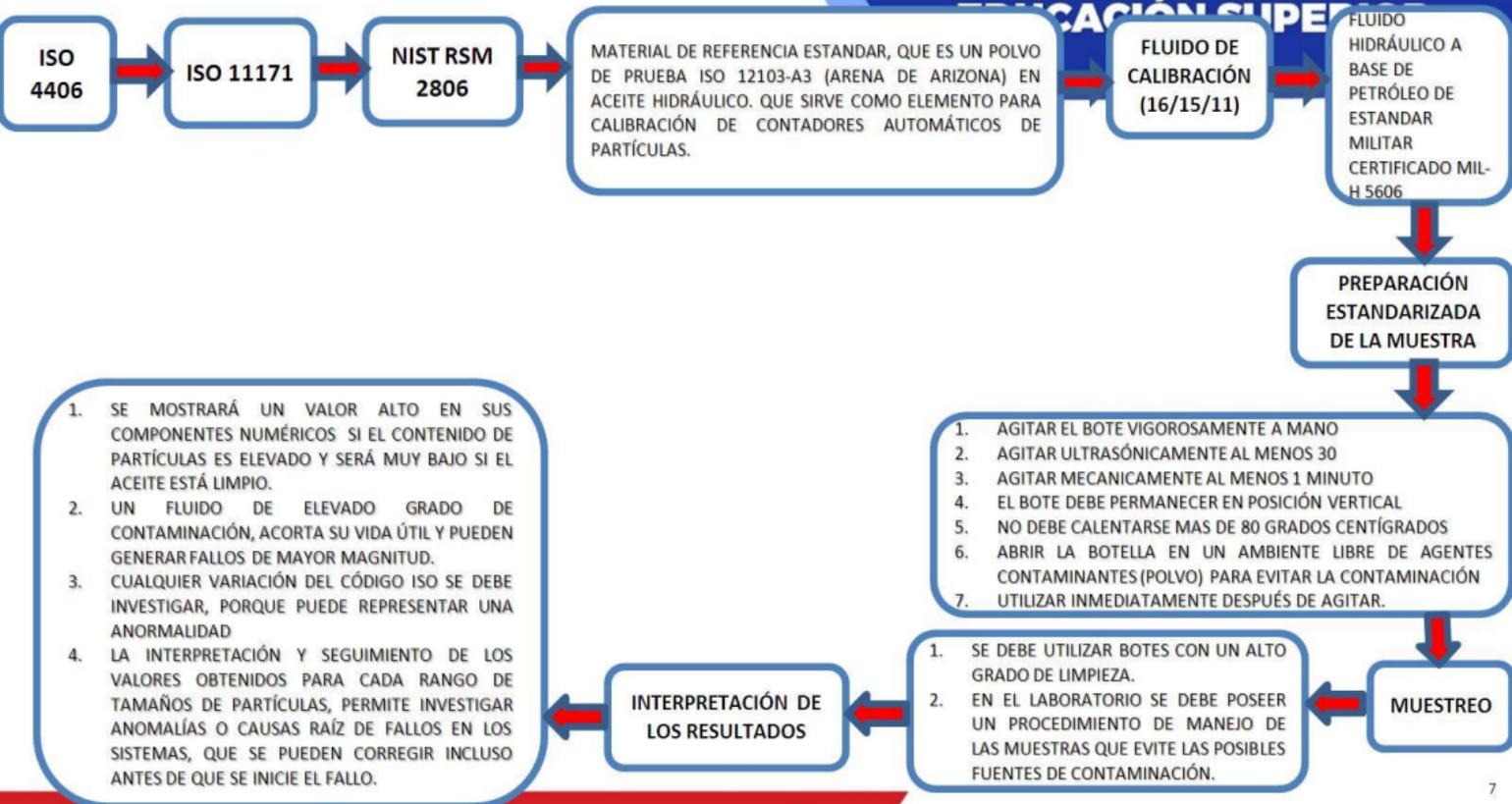


**ISO  
4406**

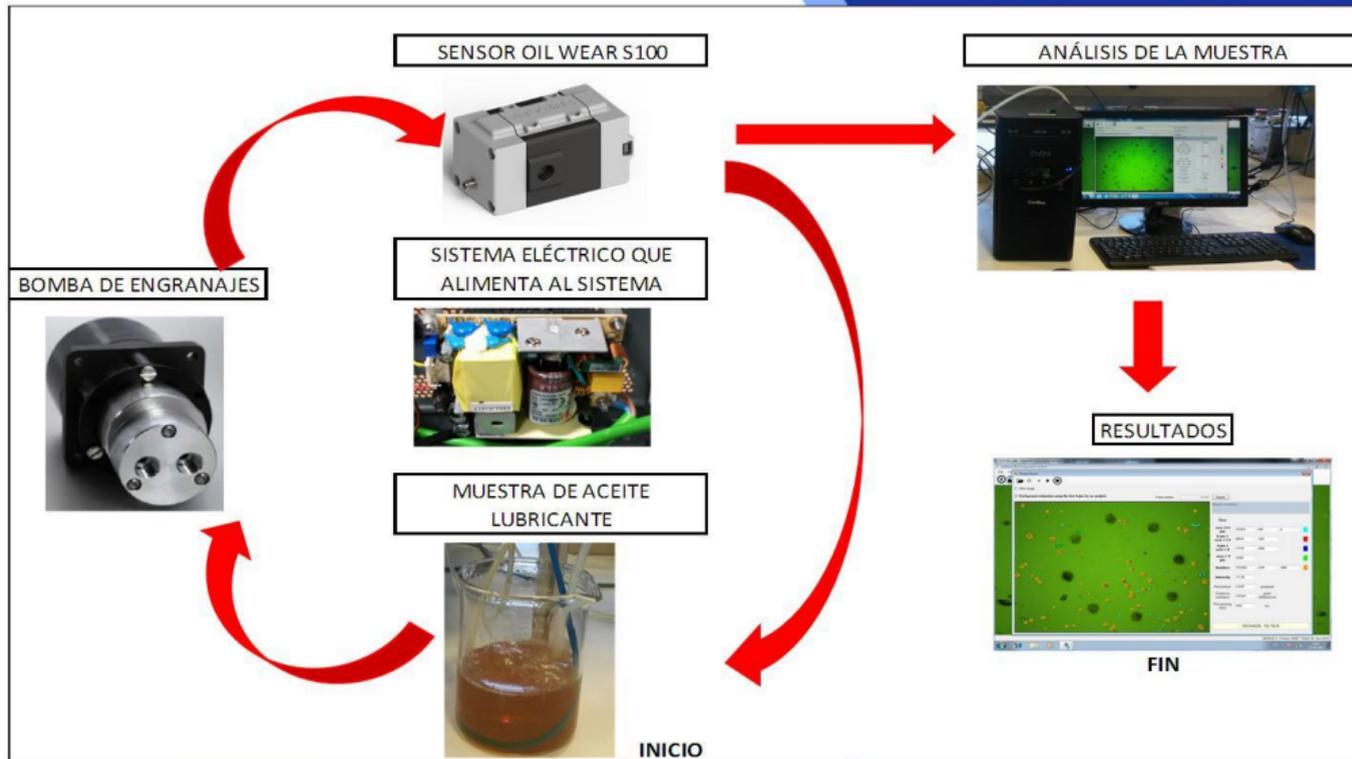


**LABORATORY**

# CALIBRACIÓN DEL EQUIPO DE CONTEO Y CLASIFICACIÓN DE PARTÍCULAS



# MONTAJE Y FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO EN LABORATORIO



# VALIDACIÓN EXPERIMENTAL - "Informe de resultados"

Mask created.

Nº de partículas/burbujas acumuladas en todas las imágenes procesadas.

Nº de partículas/burbujas por ml.

Nº de partículas/burbujas por ml. corregido.

Size	Count	Count/ml	Count/ml corrected	Description
size > 14 $\mu\text{m}$	13	0	0	Partículas grandes $\phi > 14 \mu\text{m}$
6 $\mu\text{m}$ < size < 14	1	0		Partículas medianas $\phi$ entre 6-14 $\mu\text{m}$
4 $\mu\text{m}$ < size < 6	0	0		Partículas pequeñas $\phi$ entre 4-6 $\mu\text{m}$
size < 4 $\mu\text{m}$	0			Partículas muy pequeñas $\phi < 4 \mu\text{m}$
Burbles	7	0	0	Burbujas

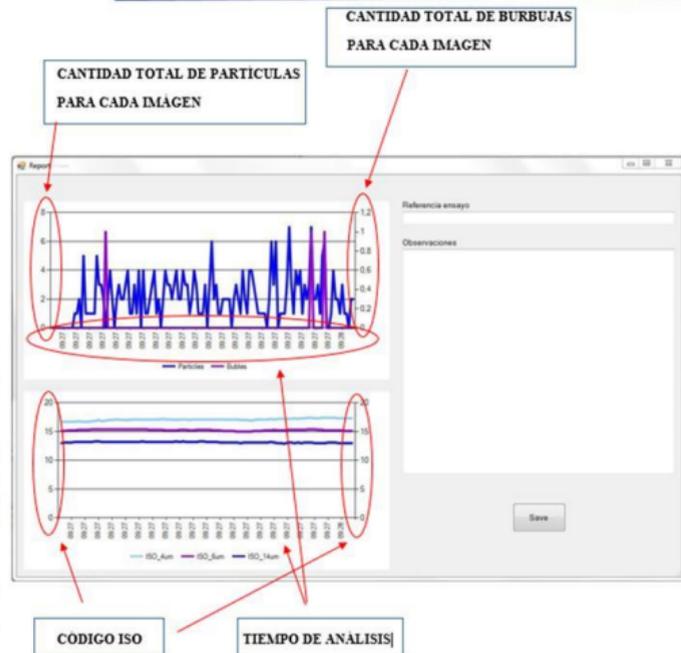
Intensity: 143.03. Intensity (valor medio de gris) de la última imagen.

Resolution: 2.1335  $\mu\text{m}/\text{pixel}$ . Valor calculado. Siendo la distancia entre los centros de los fiduciales 3mm y habiendo medido la misma distancia en la imagen en pixeles. Resolución = 3000/distancia entre fiduciales

Distance between: 1406.14 pixel (3000/resol). Distancia entre centros de los fiduciales en pixel-s

Processing time: 86 ms. Tiempo de procesamiento de la última imagen.

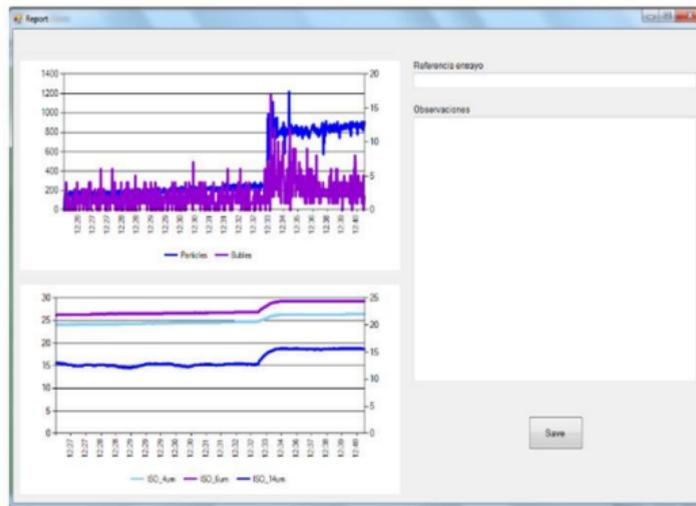
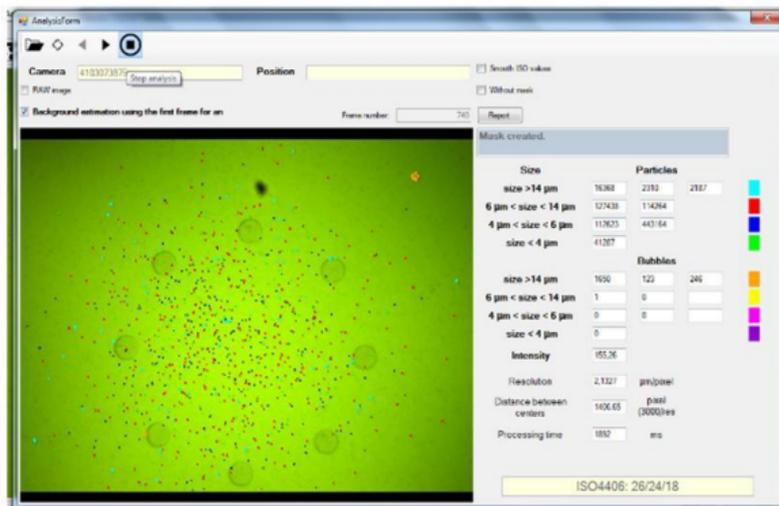
ISO4406: 6/6/6. Resultado del grado de limpieza del aceite en base a la norma ISO 4406:1999



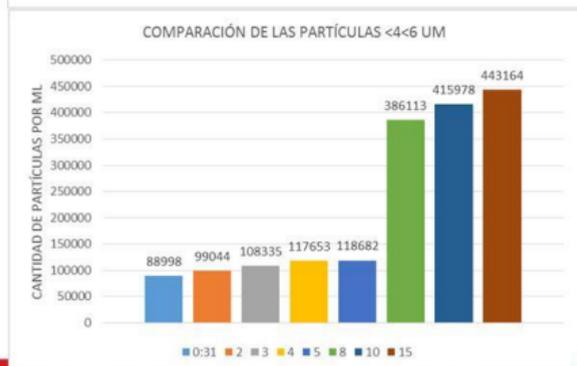
FRAME	TIEMPO DE ANÁLISIS (MIN)	CANTIDAD DE PARTÍCULAS/BURBUJAS ACUMULADAS EN TODAS LAS IMÁGENES PROCESADAS				CANTIDAD DE PARTÍCULAS POR ML			CÓDIGO ISO 4406
		PARTÍCULAS (um)				PARTÍCULAS (um)			
		> 14	< 6 < 14	< 4 < 6	< 4	> 14	< 6 < 14	< 4 < 6	
43	0:31	320	2590	2824	1043	320	18298	88998	24/21/15
		BURBUJAS				BURBUJAS			
		> 14	< 6 < 14	< 4 < 6	< 4	> 14	< 6 < 14	< 4 < 6	
		52	0	0	0	52	0	0	
163	2	PARTÍCULAS (um)				PARTÍCULAS (um)			24/22/15
		> 14	< 6 < 14	< 4 < 6	< 4	> 14	< 6 < 14	< 4 < 6	
		1010	10721	11422	4274	231	21069	99044	
		BURBUJAS				BURBUJAS			
		> 14	< 6 < 14	< 4 < 6	< 4	> 14	< 6 < 14	< 4 < 6	
		245	0	0	0	57	0	0	
240	3	PARTÍCULAS (um)				PARTÍCULAS (um)			24/22/15
		> 14	< 6 < 14	< 4 < 6	< 4	> 14	< 6 < 14	< 4 < 6	
		1432	16451	17482	6536	256	22335	108335	
		BURBUJAS				BURBUJAS			
		> 14	< 6 < 14	< 4 < 6	< 4	> 14	< 6 < 14	< 4 < 6	
		374	0	0	0	69	0	0	
315	4	PARTÍCULAS (um)				PARTÍCULAS (um)			24/22/15
		> 14	< 6 < 14	< 4 < 6	< 4	> 14	< 6 < 14	< 4 < 6	
		1904	22296	24018	8999	249	24003	117653	
		BURBUJAS				BURBUJAS			
		> 14	< 6 < 14	< 4 < 6	< 4	> 14	< 6 < 14	< 4 < 6	
		495	0	0	0	67	0	0	
387	5	PARTÍCULAS (um)				PARTÍCULAS (um)			24/22/15
		> 14	< 6 < 14	< 4 < 6	< 4	> 14	< 6 < 14	< 4 < 6	
		2334	28411	30464	11346	258	25032	118682	
		BURBUJAS				BURBUJAS			
		> 14	< 6 < 14	< 4 < 6	< 4	> 14	< 6 < 14	< 4 < 6	
		605	0	0	0	55	0	0	
A LOS 6 MINUTOS DE ANÁLISIS SE AUMENTÓ 0.2 GRAMOS DE PARTÍCULAS DE HIERRO < 10 UM									
540	8	PARTÍCULAS (um)				PARTÍCULAS (um)			26/24/18
		> 14	< 6 < 14	< 4 < 6	< 4	> 14	< 6 < 14	< 4 < 6	
		5398	53213	53115	19791	2326	104388	386113	
		BURBUJAS				BURBUJAS			
		> 14	< 6 < 14	< 4 < 6	< 4	> 14	< 6 < 14	< 4 < 6	
		996	0	0	0	201	0	0	
596	10	PARTÍCULAS (um)				PARTÍCULAS (um)			26/24/18
		> 14	< 6 < 14	< 4 < 6	< 4	> 14	< 6 < 14	< 4 < 6	
		8529	73855	69452	25635	2338	110203	415978	
		BURBUJAS				BURBUJAS			
		> 14	< 6 < 14	< 4 < 6	< 4	> 14	< 6 < 14	< 4 < 6	
		1216	0	0	0	173	0	0	
740	15	PARTÍCULAS (um)				PARTÍCULAS (um)			26/24/18
		> 14	< 6 < 14	< 4 < 6	< 4	> 14	< 6 < 14	< 4 < 6	
		16368	127438	112623	41287	2310	114264	443164	
		BURBUJAS				BURBUJAS			
		> 14	< 6 < 14	< 4 < 6	< 4	> 14	< 6 < 14	< 4 < 6	
		1650	0	0	0	123	0	0	

TIPOS DE PRUEBAS – FASE III –  
Análisis de una muestra real –  
agregando 0.2 gramos de partículas  
de FE < 10 um, durante el proceso  
de análisis

# TIPOS DE PRUEBAS – FASE III – Análisis de una muestra real – agregando 0.2 gramos de partículas de FE < 10 $\mu\text{m}$ , durante el proceso de análisis

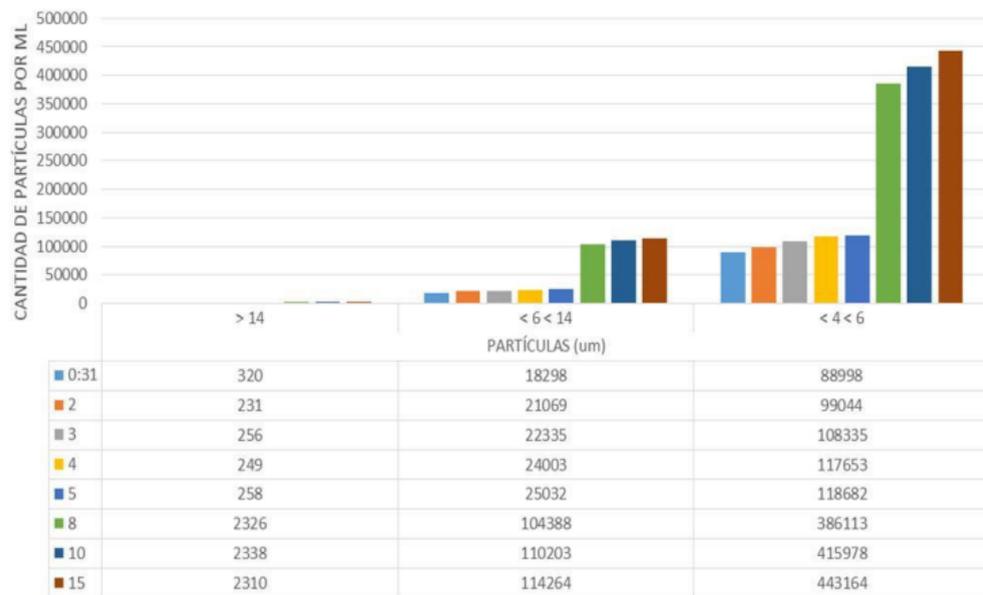


**TIPOS DE PRUEBAS – FASE III – Análisis de una muestra real – agregando 0.2 gramos de partículas de FE < 10 um, durante el proceso de análisis**



**TIPOS DE PRUEBAS – FASE III – Análisis de una muestra real – agregando 0.2 gramos de partículas de FE < 10 um, durante el proceso de análisis**

COMPORTAMIENTO DE LAS PARTÍCULAS CON UN INCREMENTO ADICIONAL DE 0.2 GRAMOS DE PARTÍCULAS DE FE < 10 UM



## TIPOS DE PRUEBAS – FASE III – Clasificación por el grado de contaminación

CLASIFICACIÓN DE LAS PRUEBAS EXPERIMENTALES POR SU GRADO DE CONTAMINACIÓN

DESCRIPCIÓN	MUY LIMPIO	LIMPIO	SUCIO	MUY SUCIO
		CÓDIGO DE LIMPIEZA ISO 4406, CONSIDERADO COMO UN FLUIDO LIMPIO		
FLUIDO LIMPIO		18/16/14		
REFERENCIA - ACEITE LIMPIO		19/16/11		
<b>CONTAMINACIÓN CON 0.1 GRAMOS</b>				<b>25/23/18</b>
COMPORTAMIENTO DE LAS PARTÍCULAS EN UNA	INICIO			25/23/18
	FIN			25/23/18
<b>CONTAMINACIÓN CON 0.2 GRAMOS</b>				<b>26/24/19</b>
COMPORTAMIENTO DE LAS PARTÍCULAS EN UNA	INICIO			26/24/19
	FIN			26/24/19
<b>CONTAMINACIÓN CON 0.5 GRAMOS</b>				<b>28/26/21</b>
COMPORTAMIENTO DE LAS PARTÍCULAS EN UNA	INICIO			27/26/21
	FIN			27/26/21
<b>CONTAMINACIÓN CON 1 GRAMO</b>				<b>28/26/21</b>
COMPORTAMIENTO DE LAS PARTÍCULAS EN UNA	INICIO			28/26/21
	FIN			28/26/21
<b>PARTÍCULAS ASENTADAS EN EL FONDO DEL BOTE</b>				<b>26/24/19</b>
<b>PARTÍCULAS ASENTADAS EN EL FONDO DEL BOTE, CON AGITACIÓN MANUAL PREVIA AL ANÁLISIS DE 2 MIN</b>				<b>28/26/21</b>
<b>MUESTRA REAL CON ACEITE UHPD 10W40</b>			22/20/16	
<b>MUESTRA REAL CON ACEITE UHPD 10W40 CON UN AUMENTO DE 0.2 GRAMOS DE PARTÍCULAS DE HIERRO &lt; 10 UM DURANTE EL ANÁLISIS</b>	SIN AUMENTO			24/22/15
	CON AUMENTO			26/24/18
<b>COMPORTAMIENTO DE LAS PARTÍCULAS EN UNA HORA DE ANÁLISIS</b>	INICIO			27/25/19
	FIN			27/25/19

- El sensor on-line demostró ser una herramienta innovadora eficiente y eficaz.
- Se ha establecido un código de limpieza ISO 4406 de referencia (16/14/10) con el líquido disolvente “Éter de petróleo” para considerar limpio el sistema y un código ISO 4406 de referencia (16/14/10) con un aceite para motor “Repsol elite evolution fuel economy 5w30”
- Se ha podido determinar que el sensor on-line es capaz de cuantificar las partículas de una muestra real de aceite lubricante para motor considerado como “sucio”

# VI Congreso Internacional Multidisciplinario de **EDUCACIÓN SUPERIOR**

Ingresa a

**[WWW.CIDECUADOR.COM](http://WWW.CIDECUADOR.COM)**

Una vez finalizado el evento, esta presentación  
estará disponible en su respectiva página web

