

ANEXOS

Anexo A. Acrónimos y abreviaturas

BET: Método BET (Brunauer, Emmett y Teller) empleado en adsorción de nitrógeno.

BJH: Método BJH (Barret, Joynet y Halenda) empleado en adsorción de nitrógeno.

EURO: Normativa Europea de emisión de contaminantes en automoción.

ICP – OES: Espectrometría de Emisión Atómica en Plasma de Acoplamiento Inductivo.

Me-K/Al₂O₃: Catalizador de potasio y metal (metal = Cu, Co, V) soportado sobre alúmina.

N: velocidad de giro del husillo del DV-E viscosímetro Modelo A (rpm).

Nomenclatura gel: g Al₂O₃/(HNO₃/Al₂O₃)/%Me:%K/metal; ejemplo: 5/0,1/5:10/Cu

NO_x: Óxidos de nitrógeno.

NSR: Tecnología de almacenamiento y reducción de NO_x.

PM: Material particulado u hollín.

SCR: Tecnología de reducción selectiva catalítica.

SEM – EDX: Microscopía Electrónica de Barrido – Energía Dispersiva de Rayos X.

XRD: Difracción de Rayos X.

Anexo B. Normas EURO

Las normas europeas sobre emisiones son un conjunto de requisitos que regulan los límites aceptables para las emisiones de gases de combustión de los vehículos nuevos vendidos en los Estados Miembros de la Unión Europea. Las normas de emisión se definen en una serie de directivas de la Unión Europea de implantación progresiva.

Los vehículos nuevos no conformes tienen prohibida su venta en la Unión Europea, pero las normas nuevas no son aplicables a los vehículos que ya están en circulación. En estas normas no se obliga el uso de una tecnología en concreto para limitar las emisiones de contaminantes, aunque se consideran las técnicas disponibles a la hora de establecer las normas.

La primera directiva desarrollada en la Unión Europea con este fin, fue la Directiva 70/220/CE, que ha sido corregida sucesivas veces dando lugar al desarrollo de los programas EURO. Desde la etapa Euro II, los reglamentos de la UE introducen diferentes límites de emisiones de NO_x. Los vehículos de gasolina están exentos de las normas de material particulado (PM) hasta la etapa Euro IV (la etapa Euro V propuesta introduce normas para PM para algunos automóviles de gasolina).

La Tabla B. 1 muestra las fechas de aplicación, la directiva vigente y los niveles de emisiones estipulados por las EURO I,II, III, y IV para motores diesel.

| | Fecha de aplicación | Directiva | Para | Emisiones | | | |
|----------|---------------------|-------------------------|------------------------------|-----------|----|--------------------|-----------------|
| | | | | CO | HC | HC+NO _x | NO _x |
| EURO I | 1993 | 91/441/EEC 93/59/EEC | Turismos Camiones ligeros | 2,7-3,2 | - | 1,0-1,1 | - |
| EURO II | 1996 | 94/12/EEC 96/69/EEC | Turismos Turismos | 1,0 | - | 0,70-0,90 | - |
| EURO III | 2000 | 98/69/EC | Cualquier vehículo | 0,6 | - | 0,56 | 0,5 |
| EURO IV | 2005 | 98/69/EC 2002/80/EC | Cualquier vehículo | 0,3 | - | 0,30 | 0,25 |

Tabla B. 1: Normas europeas sobre emisiones para motores diesel (g/km). EURO I, II, III y IV.

La directiva 70/220/CEE será derogada a los sesenta y seis meses siguientes a la fecha de entrada en vigor del Reglamento Euro V y Euro VI [36]. De acuerdo con el Reglamento (EC) nº715/2007, la

Tabla B. 2 refleja las normas EURO V y VI para motores diesel.

| | | Emisiones | | | | | |
|---------|-------------------------|-------------------------------|-----|----|--------------------|-----------------|-------|
| | Aplicación | Para turismos | CO | HC | HC+NO _x | NO _x | PM |
| EURO V | Sept.2009 Enero.2011 | Homologación Matriculación | 0,5 | - | 0,23 | 0,18 | 0,005 |
| EURO VI | Sept.2014 Sept.2015 | Homologación Matriculación | 0,5 | - | 0,17 | 0,08 | 0,005 |

Tabla B. 2: Normas europeas sobre emisiones para motores diesel (g/km). EURO V y VI.

Además de la normativa anteriormente mencionada, la Unión Europea está impulsando el uso de biocombustibles en los automóviles. El biodiesel que proviene de productos naturales o residuos (biomasa), se puede considerar como un sustituto de los combustibles fósiles. A pesar de todas sus ventajas, las emisiones de NO_x aumentan con respecto a un motor que opere con diesel convencional. Este aumento puede llegar a un 10 % dependiendo del estado y diseño del motor. El aumento de las emisiones de NO_x se debe principalmente a la mayor temperatura alcanzada en la cámara de combustión lo que favorece la formación de este tipo de contaminantes [37].

Funcionamiento

El procedimiento habitual de medida consiste en hacer girar un determinado husillo a diferentes velocidades, mientras que el aparato registra el torque o la resistencia a fluir del material, y calcula y muestra la viscosidad correspondiente en dichas condiciones. La velocidad de giro se expresa en la caracterización reológica mediante el parámetro denominado shear rate, que es función de la geometría del husillo y de la velocidad de giro en sí misma. El equipo se muestra en la Figura C.1



Figura C.1: DV-E viscosímetro Modelo A de Brookfiel Engineering Laboratories

Husillos empleados

En este trabajo se emplearon dos geometrías diferentes de husillos que permitieron cubrir el rango de viscosidades de los geles preparados:

- Husillo UL: Shear rate= 1,224 N (N: velocidad del giro del husillo en rpm). Pertenece a la categoría de husillo coaxial. Su geometría está indicada para aplicaciones donde se requiere unos valores de shear rate y viscosidad extremadamente definidos en el rango de bajas viscosidades, especialmente cuando el volumen de fluido medido es pequeño. Este husillo mide viscosidades en rangos más pequeños de lo normal, con una gran sensibilidad. Cuando se usa con su recipiente específico, mide viscosidades de muestras de 16 mL de volumen (Figura C.2a).
- Husillo LV3. Shear rate= 0,21 N. Pertenece a la categoría de husillo de disco. En esta categoría están propuestos los husillos generales para usarlos con recipientes de fluidos de hasta 600 mL de capacidad. Este husillo garantiza la precisión y la reproducibilidad de la medida de viscosidad en la mayoría de fluidos (Figura C.2b)

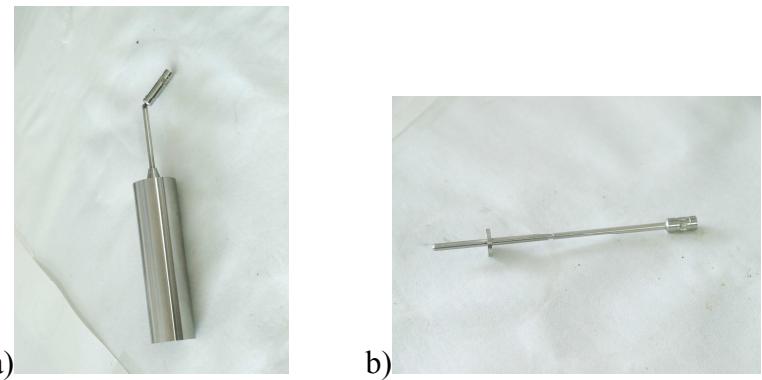


Figura C.2: Husillo UL (a), husillo LV3 (b)

Para ambos husillos, la viscosidad se define como:

$$\eta = \frac{\text{shear stress}}{\text{shear rate}} \text{ donde,}$$

- Shear stress es el torque específico para cada fluido y cada velocidad de giro y está relacionado con la resistencia del gel a fluir.
- Shear rate es función de la geometría y de la velocidad de giro.

Anexo D. Espectros de difracción de rayos X

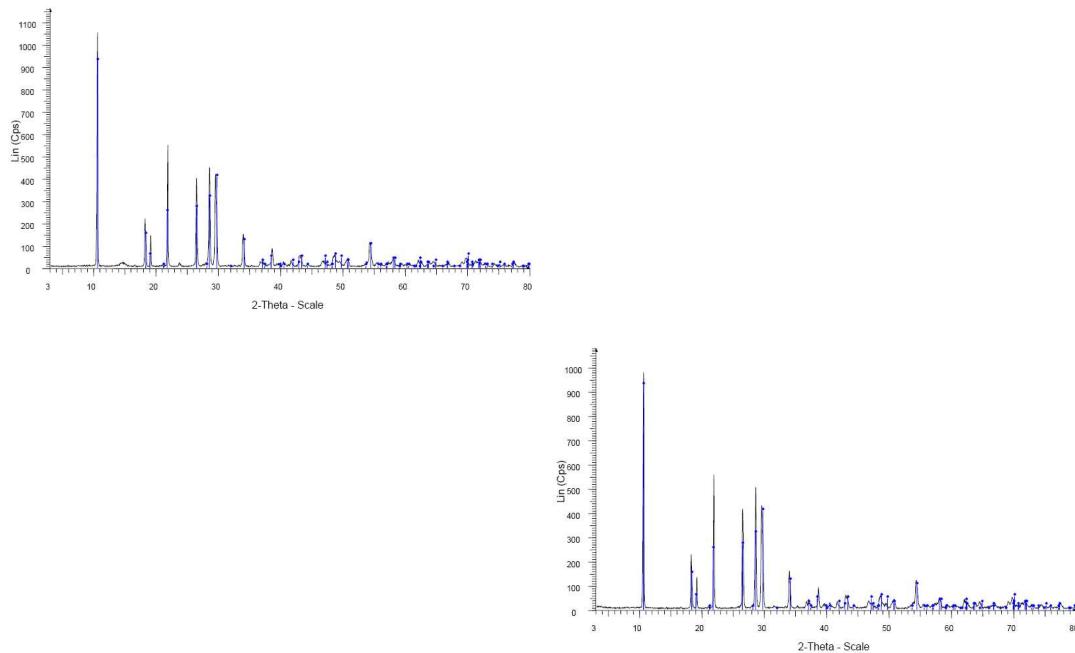


Figura D. 1: Espectro de la muestra de Co, sin calcinar (a) y calcinada (b)

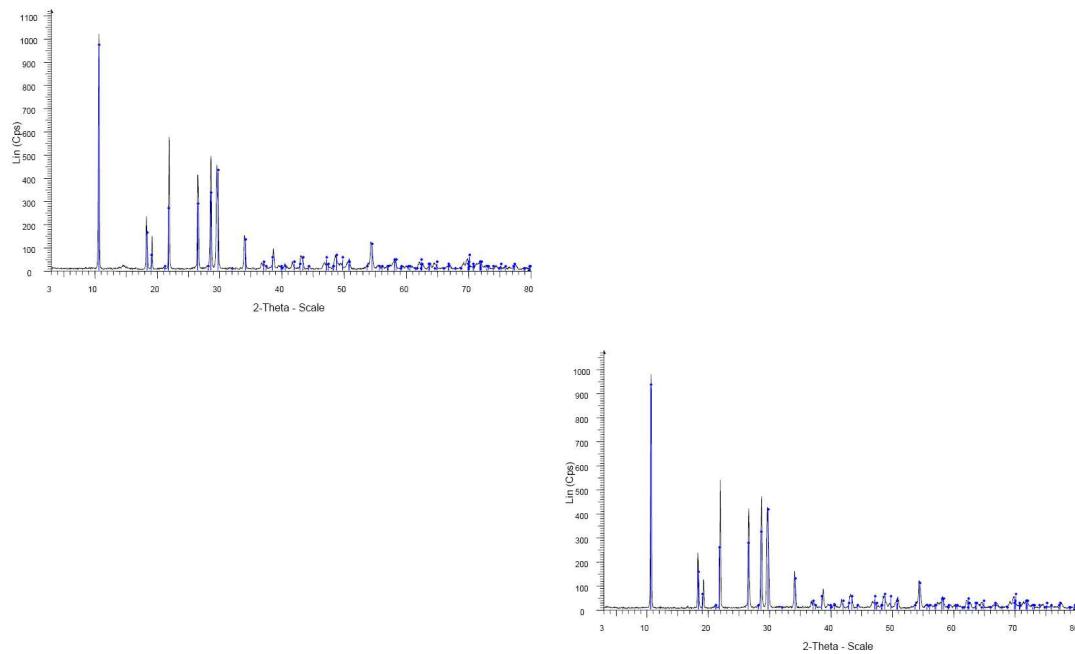
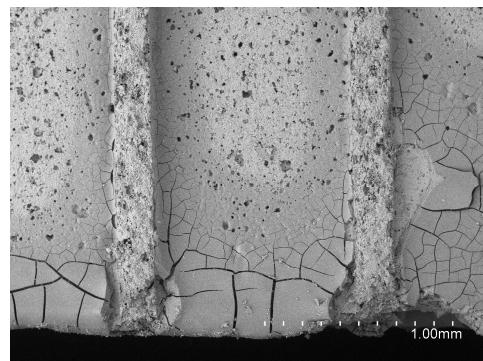
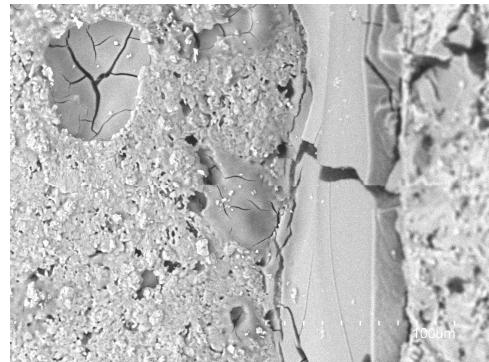


Figura D. 2: Espectro de la muestra de V, sin calcinar (a) y calcinada (b)

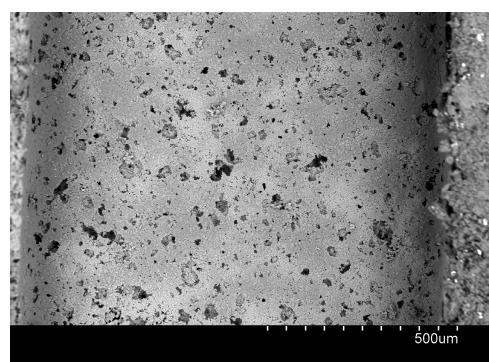
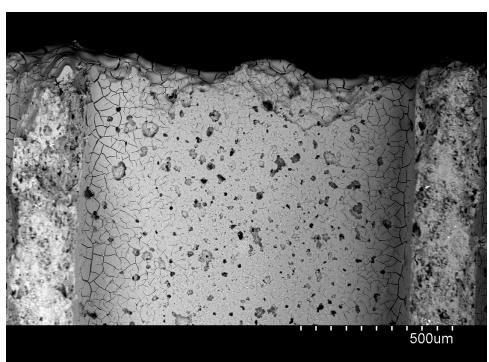
Anexo E. Gráficos SEM-EDX

▪ *Influencia de la viscosidad en el recubrimiento*

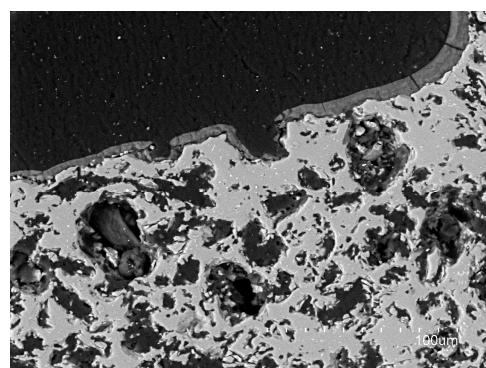
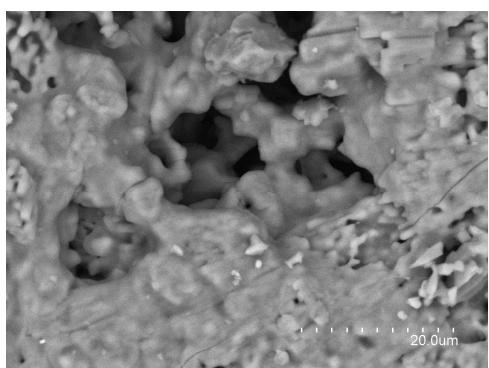
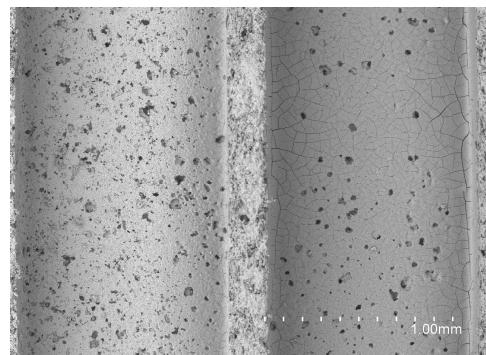
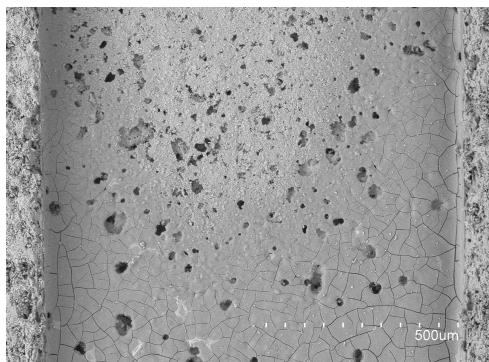
10/0,1/0:0, $\nu= 3770 \text{ mPa}\cdot\text{s}$



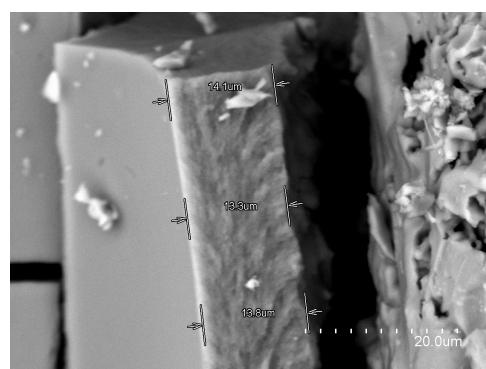
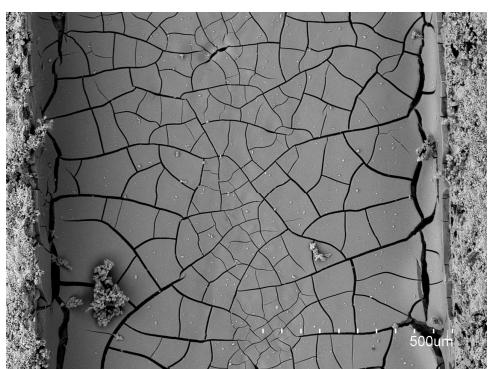
1/0,04/5:10/Cu, $\nu= 12,6 \text{ mPa}\cdot\text{s}$



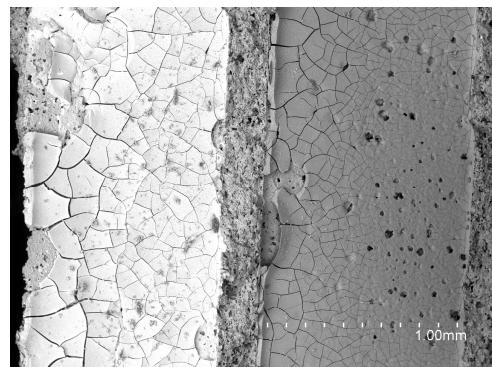
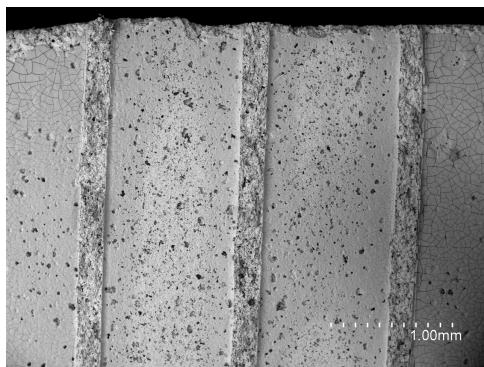
4/0,1/5:10/Cu, $\nu= 2900$ mPa·s



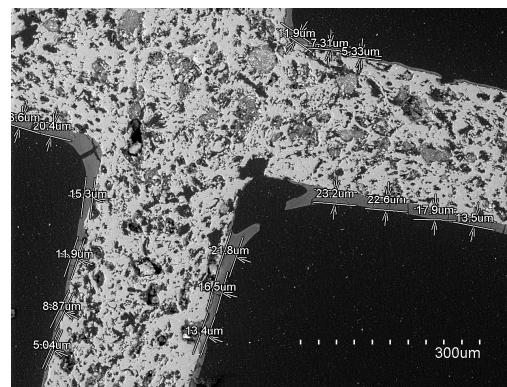
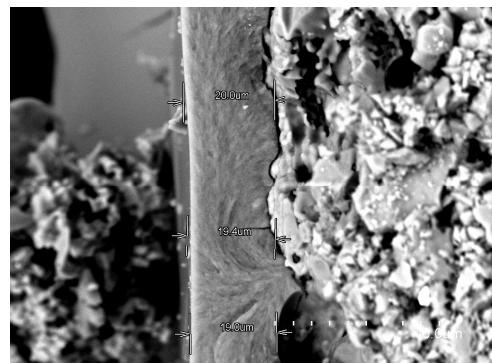
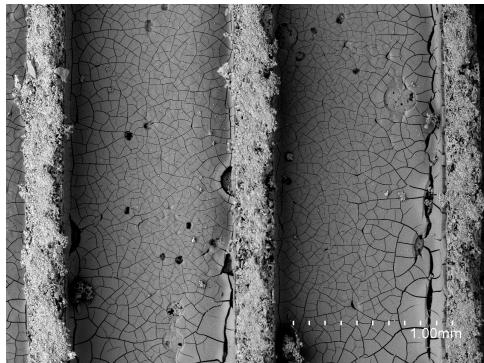
5/0,04/5:10/Cu, $\nu= 3740$ mPa·s



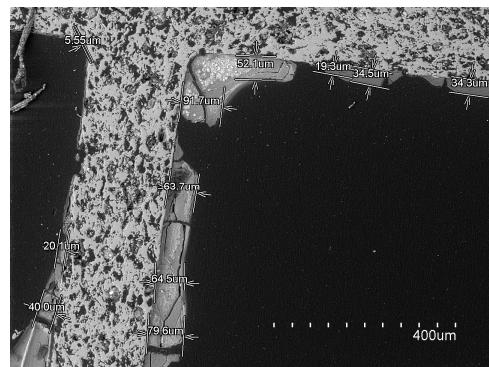
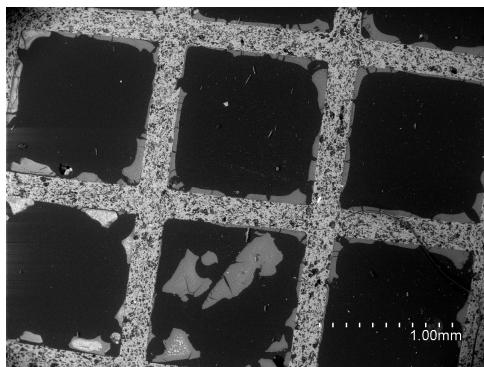
5/0,1/10:10/Cu, $\nu = 5930 \text{ mPa}\cdot\text{s}$



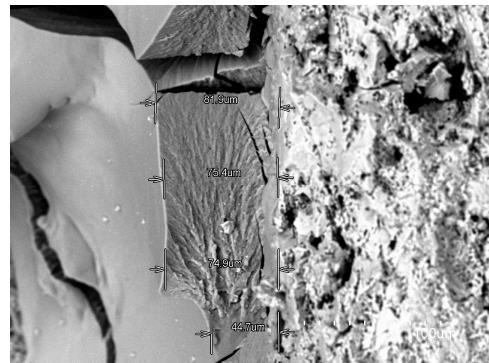
6/0,04/5:10/Cu, $\nu = 7180 \text{ mPa}\cdot\text{s}$



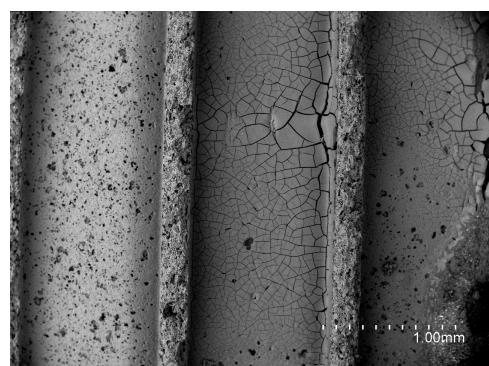
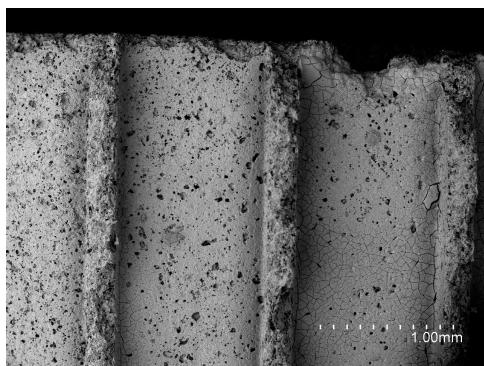
6/0,1/5:10/Cu, $\nu = 8780 \text{ mPa}\cdot\text{s}$



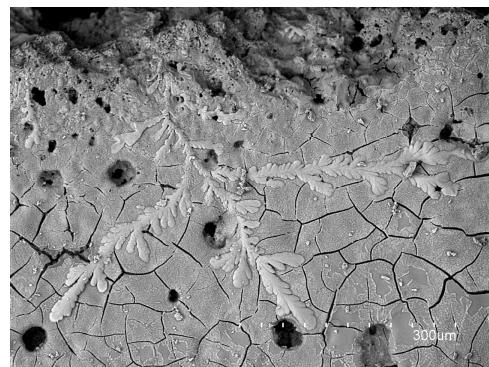
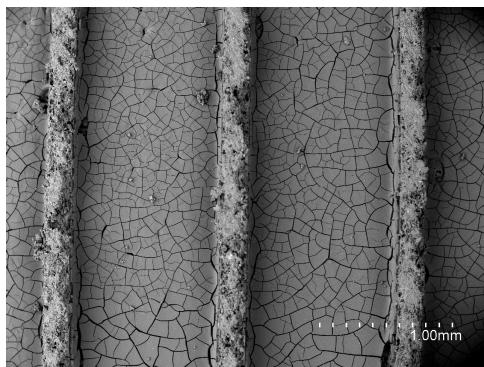
7/0,1/5:10/Cu, $\nu = 13186 \text{ mPa}\cdot\text{s}$



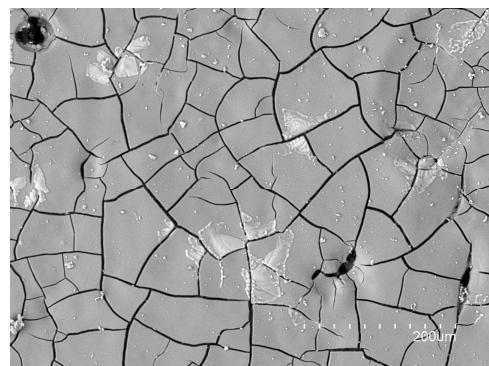
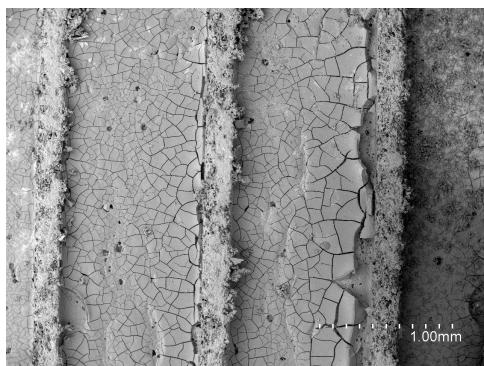
5/0,04/5:10/Co, $\nu = 3700 \text{ mPa}\cdot\text{s}$



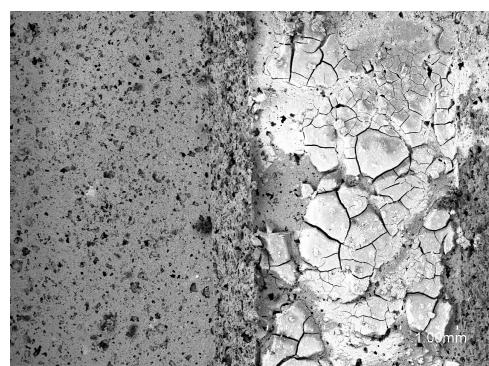
5/0,1/5:10/Co, $\nu= 5300$ mPa·s



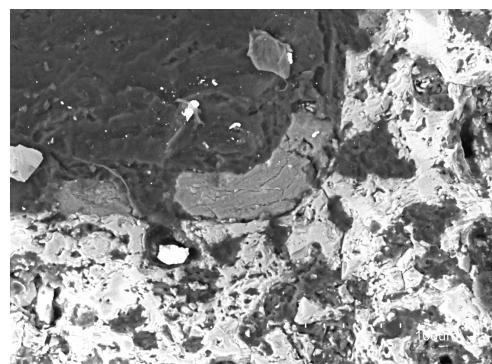
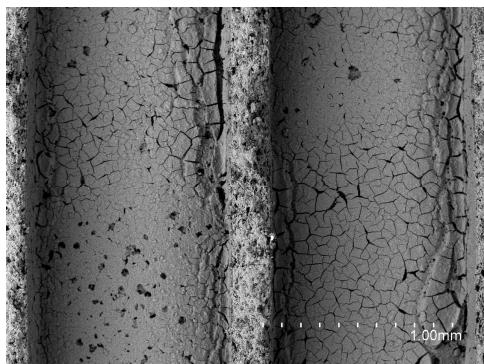
5/0,1/10:10/Co, $\nu= 9340$ mPa·s



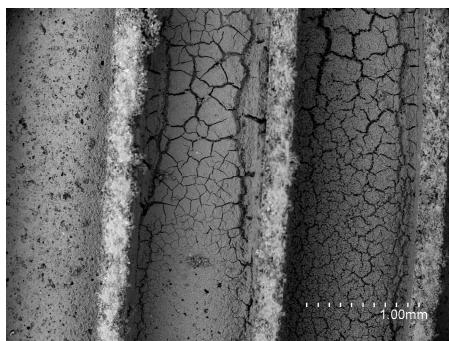
4/0,1/10:10/V, $\nu= 1370$ mPa·s



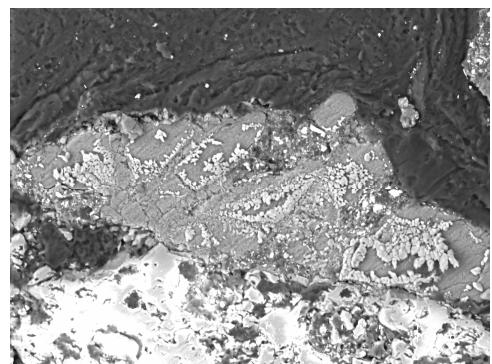
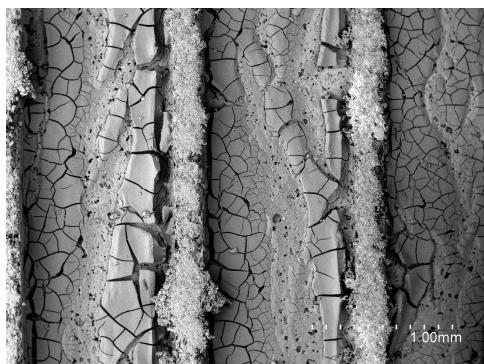
5/0,04/10:10/V, $\nu = 1750 \text{ mPa}\cdot\text{s}$



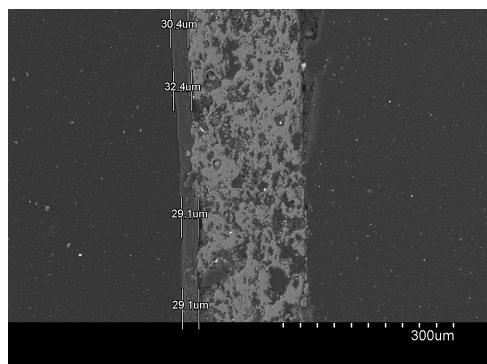
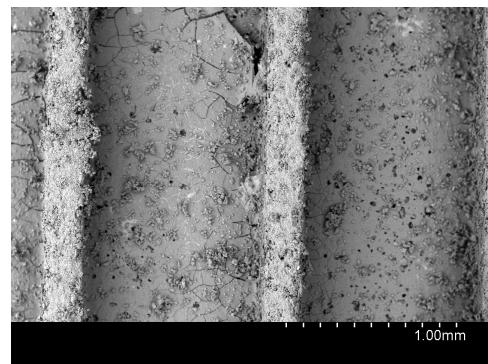
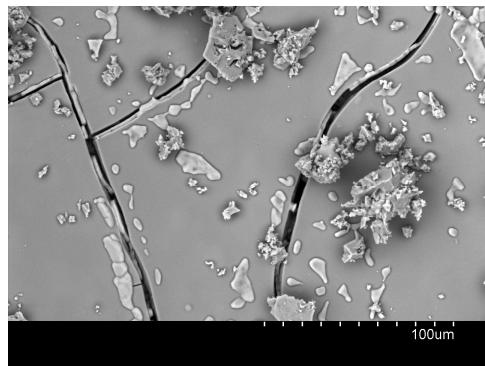
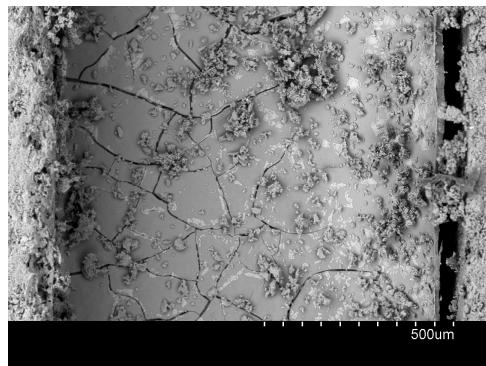
5/0,2/5:10/V, $\nu = 2160 \text{ mPa}\cdot\text{s}$



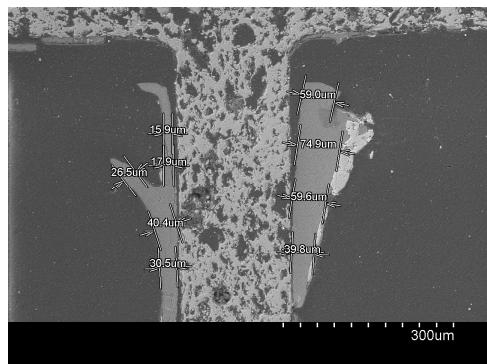
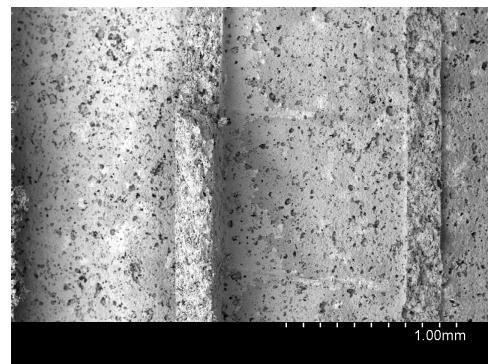
5/0,2/10:10/V, $\nu = 8380 \text{ mPa}\cdot\text{s}$



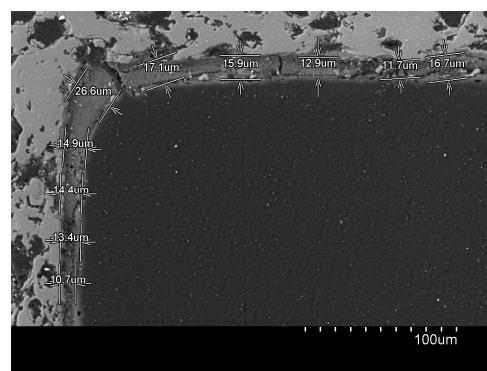
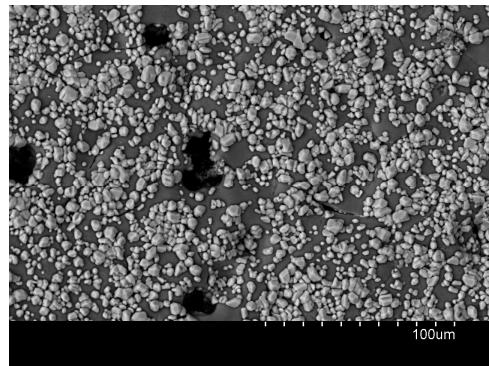
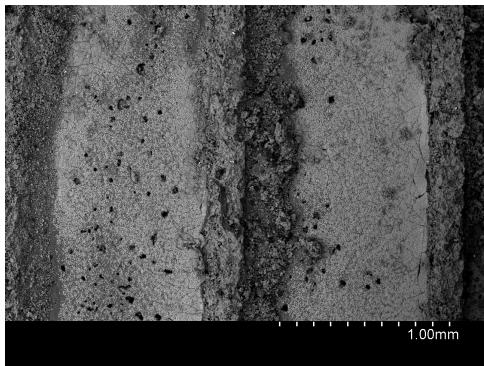
Pural 5/0.1/5:10/Cu



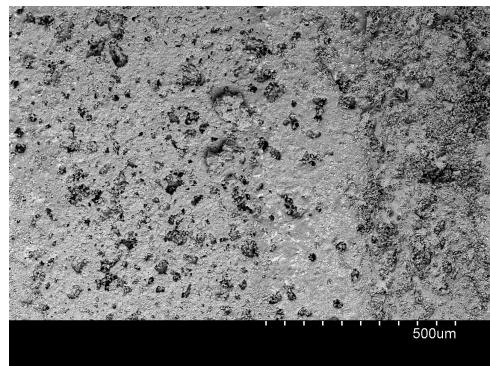
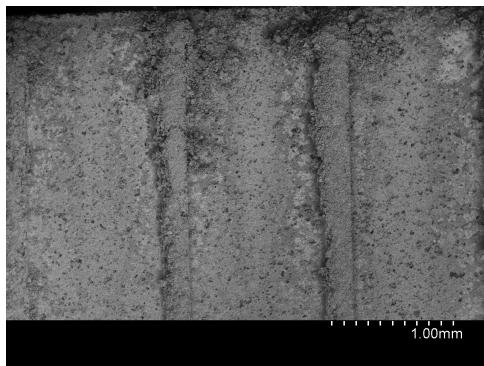
DISPERAL/0.3 ml triton x-100/ 3/0.1/5:10/Cu



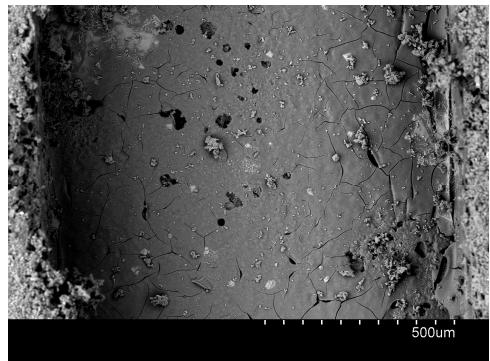
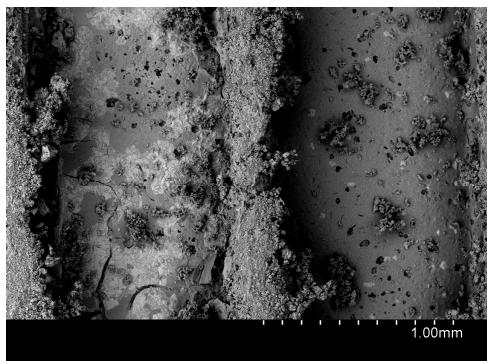
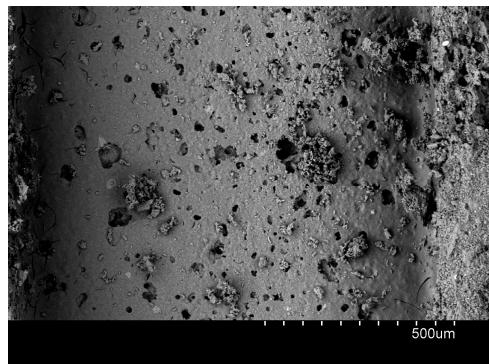
DISPERAL/0.5 ml triton x-100/ 3/0.1/5:10/Cu



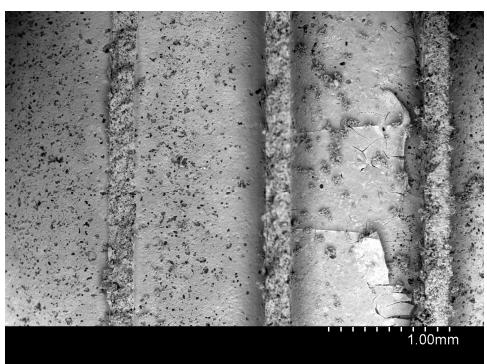
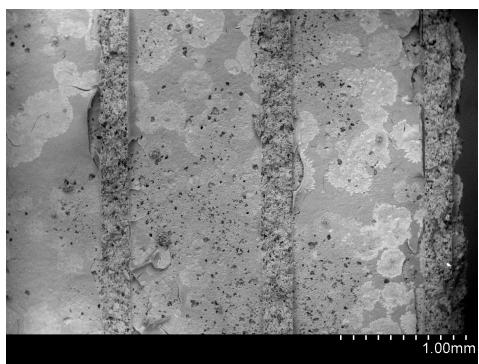
DISPERAL/0.25 ml triton x-100/ 5/0.1/5:10/Cu



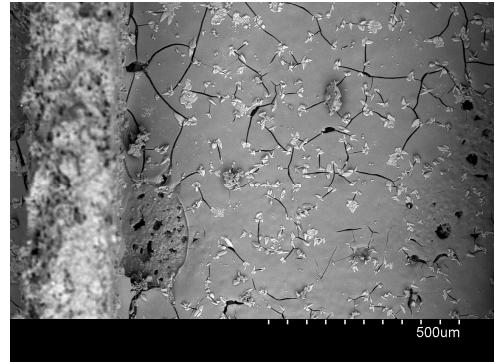
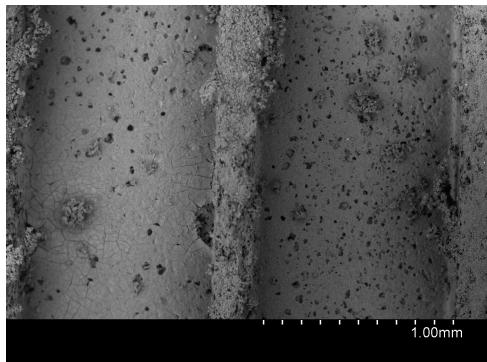
PURAL /0.25 ml triton x-100/ 5/0.1/5:10/Cu



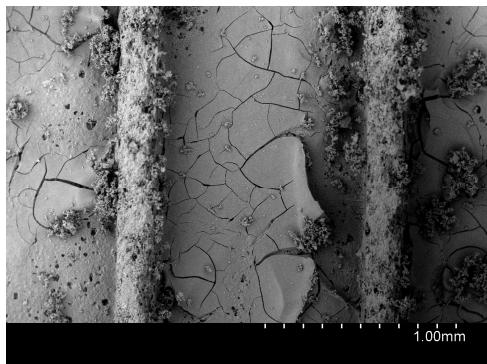
DISPERAL /0.25 ml TWEEN 20 / 5/0.1/5:10/Cu



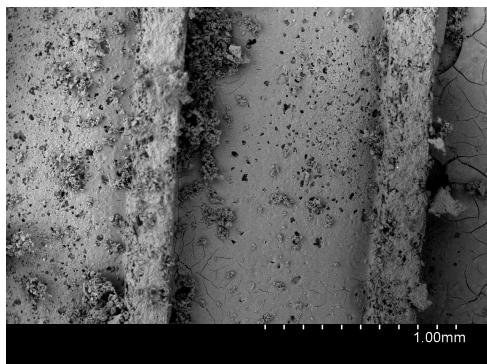
DISPERAL /0.5 ml TWEEN 20 / 5/0.1/5:10/Cu



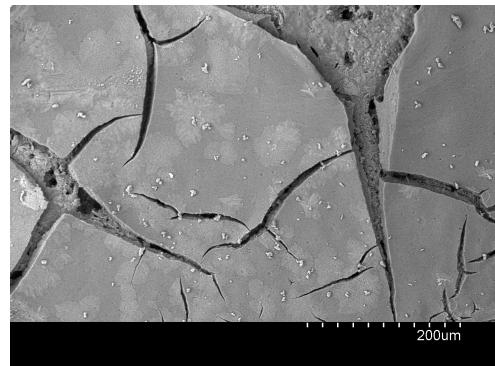
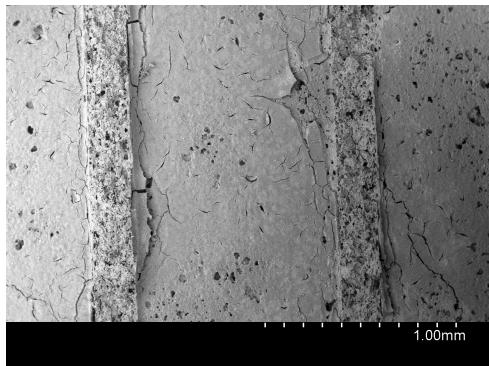
PURAL /0.2 ml BRIJ 30/ 5/0.1/5:10/Cu



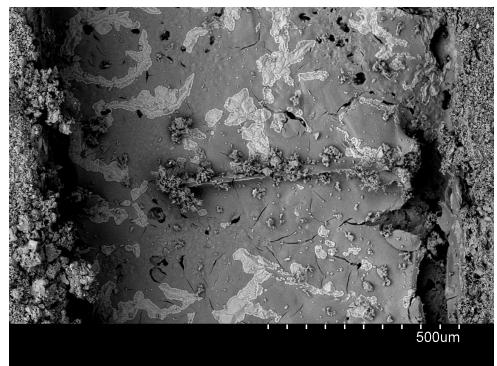
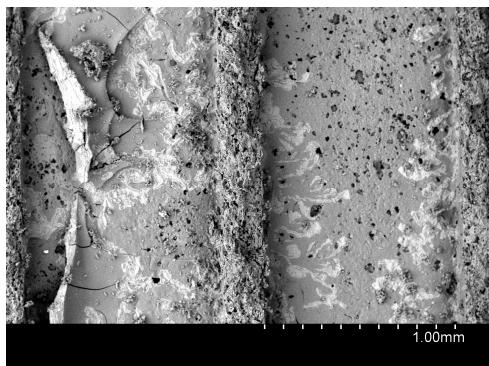
DISPERAL /0.2 ml BRIJ 30/ 5/0.1/5:10/Cu



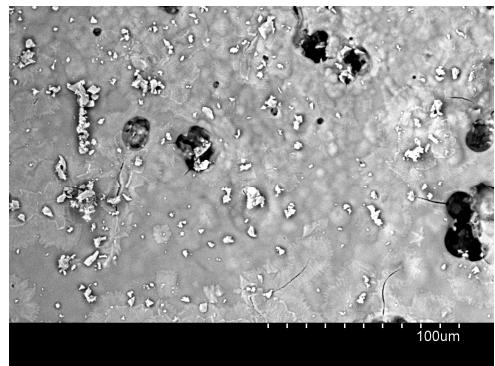
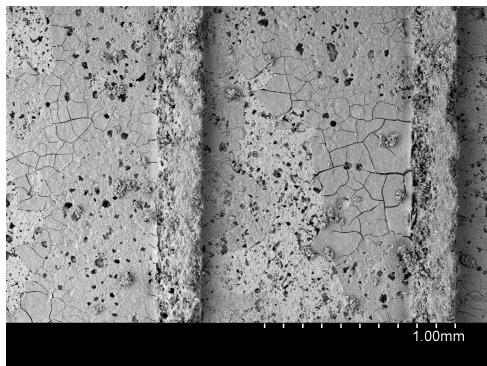
PURAL /0.5 ml BRIJ 30/ 5/0.1/5:10/Cu



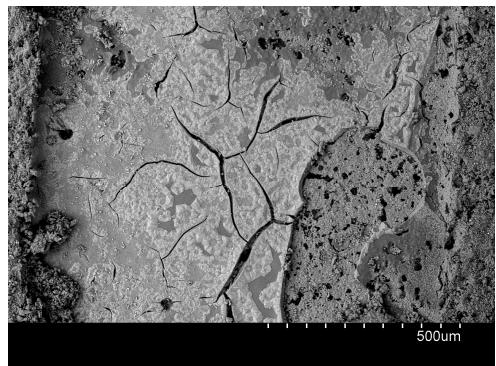
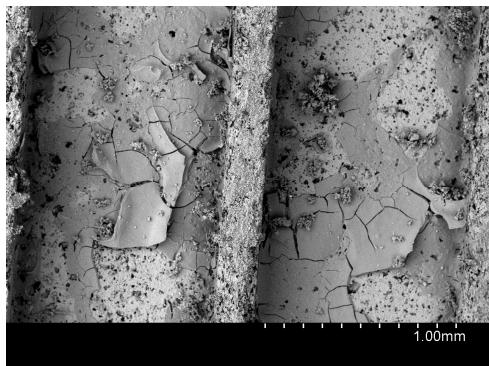
PURAL /0.2 g TWEEN 60/ 5/0.1/5:10/Cu



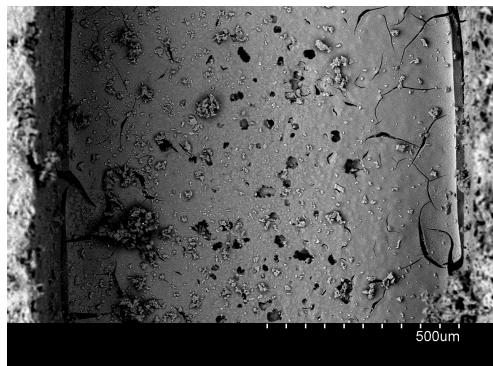
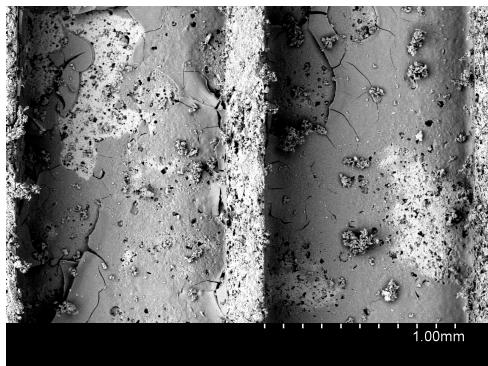
PURAL / 5/0.1/5:10/Co



PURAL/0.25 ml TWEEN 20 / 5/0.1/5:10/Co

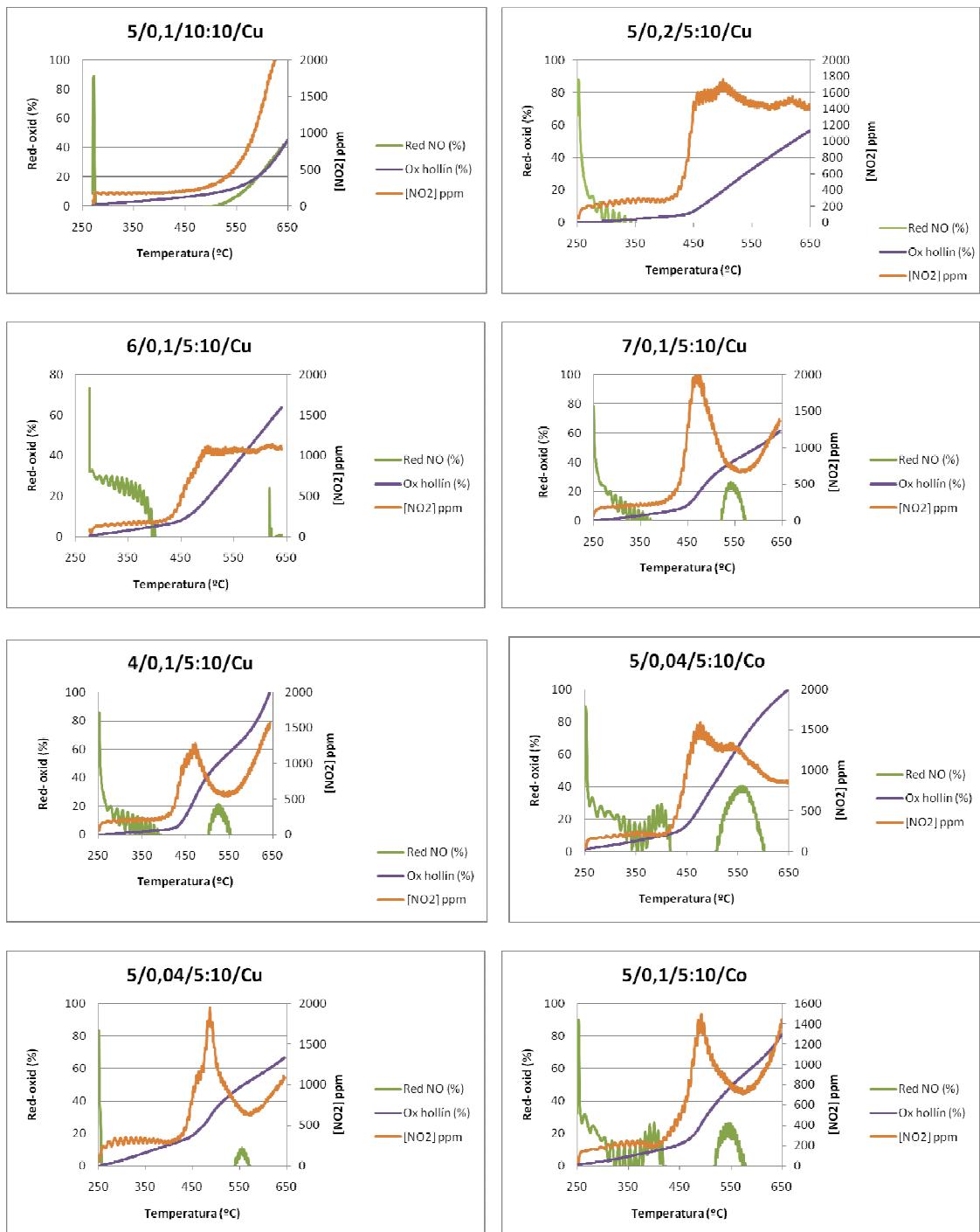


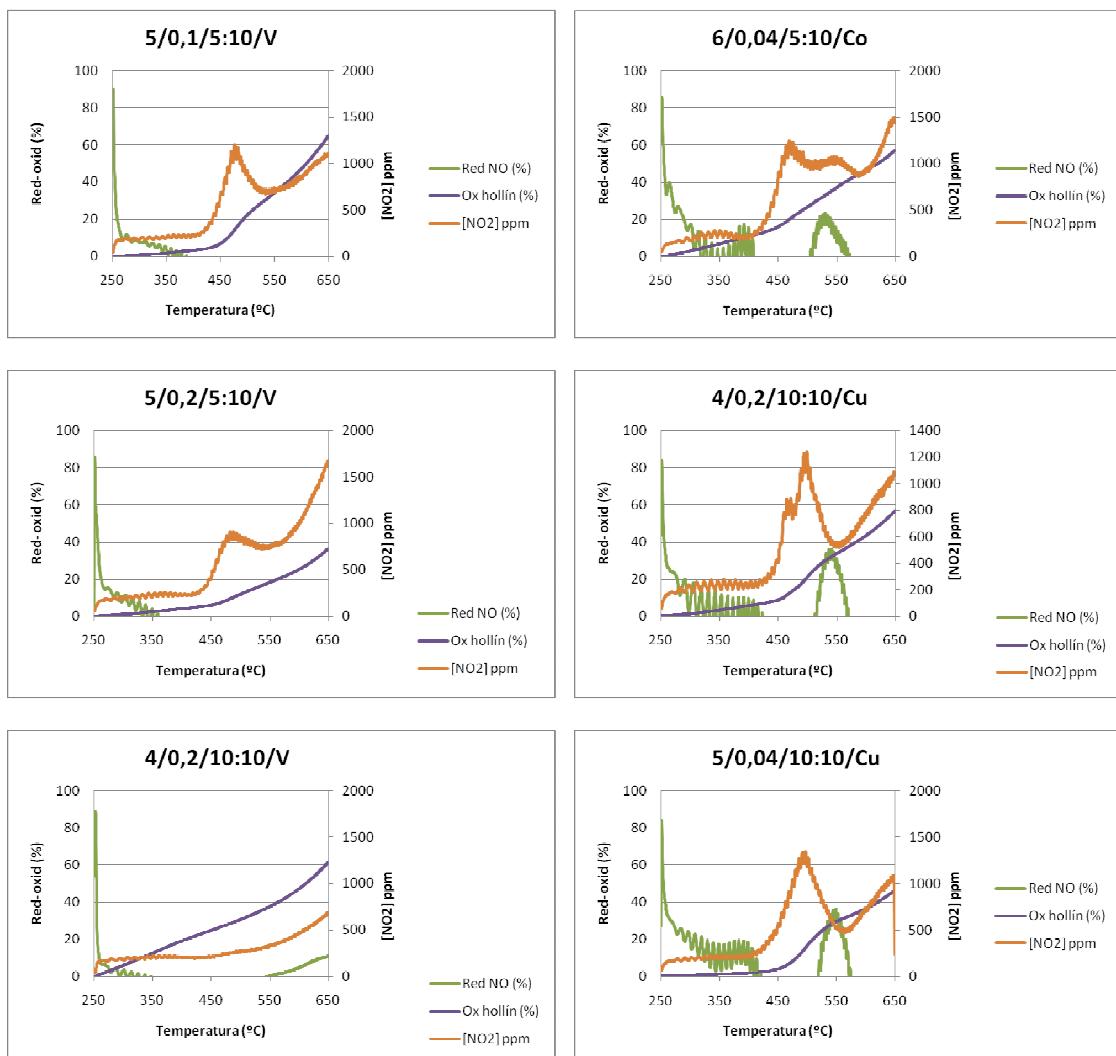
PURAL/0.5 ml TWEEN 20 / 5/0.1/5:10/Co



Anexo F. Ensayos de actividad

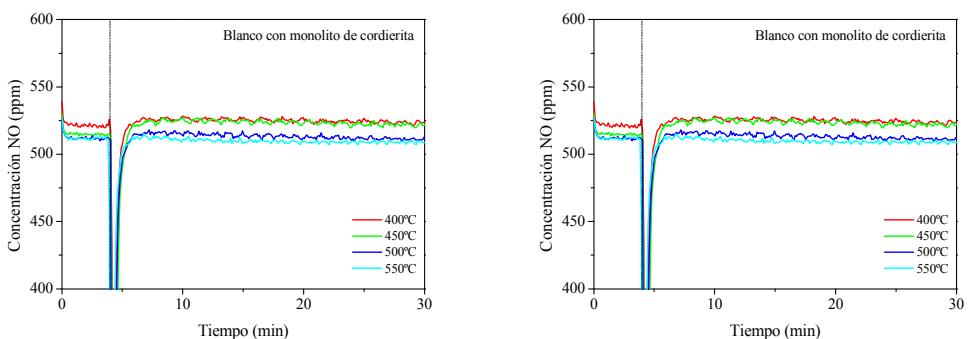
■ *Ensayos en condiciones dinámicas*



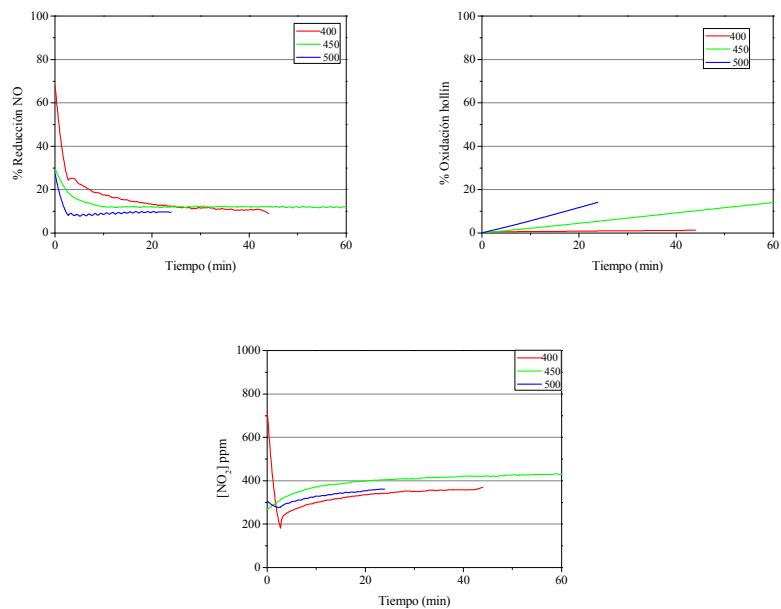


Ensayos en condiciones isotérmicas

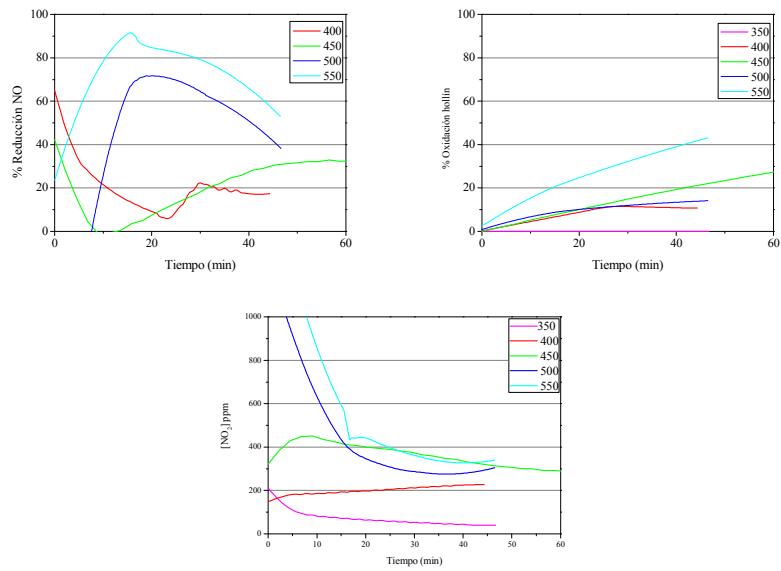
Blanco



5/0,1/10:10/Cu



5/0,1/5:10/Co



5/0,1/5:10/V

