



PROYECTO: PmaCO2

Asistencia técnica para inyección de CO2 supercrítico en una muestra de afloramiento en Utrillas

Fundación Instituto Petrofísico

Parque Científico y Tecnológico- Tecnogetafe

Edificio FGP

Laboratorio de Petrofísica

JULIO-2012

Proyecto: Pma CO2

**Asistencia técnica para inyección de CO2 supercrítico en una muestra de
afloramiento en Utrillas**

El objetivo del ensayo es observar los cambios producidos en una muestra, de afloramiento de la Formación Utrillas, tras la inyección de salmuera hasta su saturación (100% Salmuera) y posterior inyección de CO2 supercrítico hasta su saturación (100% CO2SC), con el consiguiente desplazamiento de salmuera. Se mantendrá la muestra con CO2 inyectado durante 2 meses.

El cliente determina la configuración de ensayo para la inyección de CO2 supercrítico en la muestra de afloramiento de la formación Utrillas.

I. PROGRAMACIÓN DE ENSAYO

1. Primera programación de ensayo

Nº	UNIDAD	CONCEPTO	UNIDADES
1	Días	Saturación con salmuera suministrada y con muestra situada en la celda (tres días)	3
2	Inyección	Inyección de CO2 SC hasta Swi	1
3	Mes	Muestra en celda estática	2
4	Pasada + protocolo	Escáner + protocolo completo o software tratamiento de imágenes, a determinar en el transcurso del ensayo	7
5	1	Informe final con interpretación de resultados	1

2. Desarrollo real de ensayo

Se intercalan en color rojo los trabajos no considerados en el primer diseño del ensayo

Nº	UNIDAD	CONCEPTO	Udad	Precio
0	Pasada + protocolo	Colocación de la muestra en la celda y 1ª pasada escáner. Muestra seca	1	
1	Día	Saturación con salmuera suministrada y con muestra situada en la celda (tres días)	1	
2	Pasada + protocolo	Al tener complicaciones en la inyección de salmuera en la muestra y no poder efectuarse a caudal constante, como es habitual realizar la saturación, se considera oportuno la realización de un escáner en la muestra tras los primeros intentos de inyección, antes de estabilizar la inyección a presión constante (200 bar)	1	250
3	Día	Bajar presiones de confinamiento y desmontar celda. Los filtros situados en los extremos de la muestra, a petición del cliente, no permiten el paso de la salmuera, al poseer la muestra muy baja permeabilidad. Montaje de celda de nuevo y subida de presiones de confinamiento.	1	0
4	Ensayo	Cálculo de la permeabilidad en equipo de medida de permeabilidades al gas (escala de Nano Darcys), en trozo de muestra aislado obtenido en el corte longitudinal de la muestra original del cliente. Necesario conocer un orden de magnitud de la permeabilidad para conocer la causa de la dificultad en la inyección.	2	280.4
5	Día	Inyección de salmuera suministrada en muestra situada en la celda a P constante (=200 bar)	3	98.7
6	Pasada + protocolo	Escáner muestra saturada en salmuera	1	
7	Inyección	Inyección de CO2 SC hasta Swi	1	
8		Es necesario prolongar la inyección de CO2 durante más tiempo del esperado. Se deja inyectando CO2 a presión constante (200 bar). Era necesaria una inyección prolongada para asegurar la saturación de CO2 Supercrítico al ser una muestra con permeabilidad tan baja.	4 días	420.5
9	Ensayo	Recogida de producción sólida. SEM	1	254.46
10	Pasada + protocolo	Escáner + protocolo completo o software tratamiento de imágenes, a determinar en el transcurso del ensayo	5	
11	1	Informe final con interpretación de resultados	1	

II. SUGERENCIAS SUCESIVOS ENSAYOS

Sugerencias para próximos ensayos de inyección de CO₂ supercrítico para estudio de su reacción en muestras de areniscas:

1. Se recomienda pasar la muestra por escáner antes de corte para observar posibles pasadas de arcillas y efectuar el corte de modo óptimo para la inyección de fluidos (evitar la perpendicularidad de las capas de arcillas a la dirección de inyección). En este caso se hizo el corte en la zona más larga del testigo, y no se sabe si dicho corte corresponde a un tapón vertical u horizontal.
2. Se recomienda calcular la permeabilidad al gas de la muestra antes de comenzar el ensayo.
3. Se recomienda utilizar muestras con permeabilidad alrededor de 5 mD, para el caso de areniscas. De otro modo podrían no ser representativas de una roca almacén.
4. La utilización de filtros en los extremos del tapón, no previene el desmoronamiento del mismo; únicamente sirven para que, en el caso de que se desmorone la muestra, ésta no obstruya los conductos de inyección. Se recomienda no poner dichos filtros en los extremos.
5. Se deberá asumir que si la muestra no está muy consolidada, el único medio para evitar su desmoronamiento, es la colocación de un plástico termorretráctil, que a su vez sirve para evitar la difusividad del CO₂ a través del caucho.

III. REALIZACIÓN DEL ENSAYO

A continuación se detalla cómo se ha realizado el ensayo siguiendo la numeración de tareas referenciada en el cuadro incluido en el epígrafe I.2, “Desarrollo real de ensayo”.

TAREA 0 - Colocación de la muestra en la celda y establecimiento de P y T de ensayo y Escáner I- muestra seca

Paso 0.1: Colocación de la muestra en estufa a 110°C durante tres días.

Paso 0.2: Colocación del plástico termo-retráctil en la muestra seca.

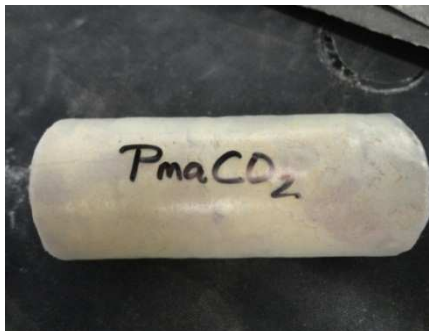


Imagen 1: Colocación de plástico termo-retráctil en muestra PmaCO₂

Paso 0.3: Colocación de la muestra en el interior del caucho negro para poder aplicar la presión de confinamiento.



Imagen 2: Colocación de la muestra en el caucho de confinamiento

Paso 0.4: Colocación de filtros de papel en las caras de la muestra que entran en contacto con los pistones de la celda, para filtrar los fluidos a la entrada y a la salida de la muestra.

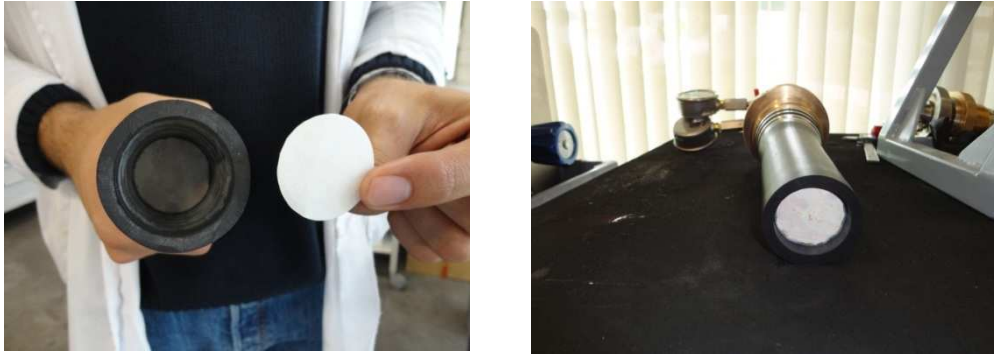


Imagen 3: Colocación de filtros en los extremos de la muestra

Paso 0.5: Colocación del vitón en el pistón de entrada de la celda y cierre de la misma.

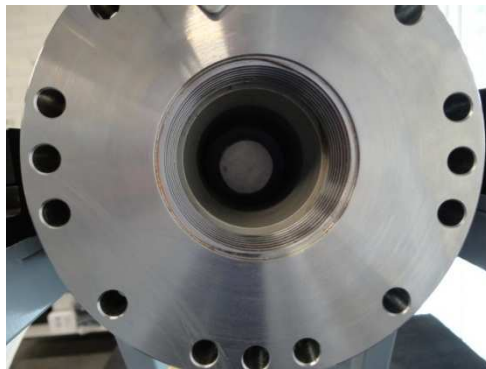


Imagen 4: Colocación de la muestra en el interior de la celda

Paso 0.6: Activación de la presión de confinamiento radial (160bar) y axial (160 bar) y del BPR (75bar).

Paso 0.7: Calentamiento de la celda con la camisa (40°C). Este paso requiere un período de estabilización de tres días.

Paso 0.8: Se pasa la celda con la muestra seca (imagen de referencia) por el escáner. **Ref. Anexo Escáner I-muestra seca.**

TAREA 1 – Saturación, con salmuera suministrada, de la muestra situada en la celda (tres días)

Después de pasar la celda por el escáner con la muestra seca y la temperatura estabilizada, se procedió a la inyección de salmuera con una bomba ISCO.

Previamente se realiza un cálculo del volumen de salmuera que debe inyectarse para considerar la muestra saturada.

Con caudales de 0.2 cc/min, 0.5cc/min y 1cc/min durante 1 día, 3 días y dos horas, respectivamente, inyectamos 306 veces el volumen poroso, suficiente para considerar la muestra saturada.

Sin embargo, al comenzar a inyectar con estos caudales, y teniendo una presión en el Back pressure de 75 bar, no es posible inyectar, por lo que se vuelve a realizar el cálculo del volumen inyectado de salmuera, siendo en este caso los caudales de 1, 2 y 5 cc/min.

Problema surgido al inyectar salmuera:

En este punto surgió un problema. La presión de inyección subió con un caudal de inyección de 1cc/min y alcanzó la presión en el “back pressure”. Una vez se alcanzó esta presión a la entrada de la celda, se esperaba que se mantuviera en un valor ligeramente superior a la presión del BPR, de tal forma que, al ser la presión en la entrada de la celda mayor que a la salida, se produjera un flujo de salmuera a través de la muestra. Esto no ocurrió así, y la presión en la entrada siguió subiendo hasta el máximo del manómetro situado en esa posición (*Imagen 5*), sin obtener nada de salmuera en la producción (*Imagen 6*).



Imagen 5: Manómetro en la línea de inyección de fluidos de la celda



Imagen 6: Bureta que recoge la producción de fluidos desde la celda

TAREA 2 – Escáner II- Muestra con algo de salmuera en su interior

A pesar del aparente fracaso en la inyección de salmuera se pasó la celda por el escáner para comprobar si se había modificado en algo la saturación de la misma. Sí se observó alguna variación en la intensidad media, lo que daba indicios de que algo de salmuera había penetrado en la muestra. **Ref. Anexo Escáner II-muestra con algo de salmuera.**

TAREA 3- Bajar presiones de confinamiento, desmontar celda y retirar filtros de los extremos de la muestra.

El fenómeno del aumento repentino de presión de inyección, podría deberse a la presencia de los filtros de papel que se habían colocado en los extremos de la muestra, a petición del cliente, que actuaban de barrera frente al paso de la salmuera, y, a la baja permeabilidad de la muestra.

Se desmontó la celda y se retiraron los filtros. El estado en el que se encontraban se puede apreciar en las fotografías.



Imagen 7: Estados de los filtros tras su retirada de los extremos de la muestra.

Se aprovecha este momento para medir la Temperatura a la que se encuentra la roca, la celda y el aceite de silicona que se recircula para el calentamiento de la camisa que envuelve la celda. Las temperaturas son las siguientes:

T en aceite de silicona	T en celda	T en superficie muestra de roca
90 °C	37.8 °C	32.3 °C

Tabla 1: Temperaturas en la camisa, celda y muestra de roca

Se volvió a colocar la muestra con el caucho en la celda y se volvió a subir la presión de confinamiento.

Se inyectó a un caudal de 0.5 ml/min y subió de nuevo la presión, más despacio, pero por encima del límite superior del manómetro.

Se bajó el caudal de inyección a 0.1 ml/min por si el caudal anterior era demasiado elevado. Se observó el mismo incremento de presión a la entrada de la celda.

Posibles causas que pueden dar explicación al fenómeno ocurrido:

1. La muestra está cortada en perpendicular a los planos de arcilla que tenga la formación. Al inyectar salmuera no es posible que atraviese los planos arcillosos, siendo del todo imposible la circulación de salmuera a través de la muestra y su consiguiente saturación.
2. La salmuera no tiene salinidad suficiente para no deshacer las arcillas.
3. Es posible que la salmuera no se haya filtrado.
4. La muestra tiene muy baja permeabilidad.

TAREA 4 – Cálculo de la permeabilidad de la muestra en Nanopermeámetro

Al tener tanta dificultad para la inyección, se decide realizar una medida de la permeabilidad al gas en Nanopermeámetro, en un trozo de muestra aislado, obtenido en el corte longitudinal de la muestra original del cliente.

Se realiza la media de la permeabilidad en dos trozos de la muestra y se obtiene 259 μ D y 270 μ D respectivamente. **Ref Anexo Medidas de permeabilidad de la muestra en Nanopermeámetro**

Por lo tanto, al tener tan baja permeabilidad, la inyección de la salmuera deberá hacerse a presión constante, para poder saturar la muestra, y a una presión, al menos, de 200 bar.

TAREA 5-Inyección de salmuera suministrada en muestra situada en la celda, a P constante (200bar)

Para realizar una inyección de salmuera a 200 bar, se requiere aumentar las presiones de confinamiento, ya que una presión radial de 160 bar, supone que la salmuera atravesaría antes el camino preferencial que se establece entre la muestra de roca y el caucho, que atravesar la muestra de roca.

Luego, **debido a la baja permeabilidad de la muestra y por tanto su elevada presión de poro, aumentamos la presión de confinamiento a 220 bar.**

La inyección de salmuera a presión constante se realiza durante dos días y medio, ya que en este momento se observa que, aunque se inyecte más salmuera, el volumen que se queda en el interior de la muestra sigue siendo el mismo, por lo que se considera que se ha alcanzado la saturación máxima de la muestra.

Fecha	P inyección (bar)	V bomba (ml)	V producido (ml)	V inyectad (ml)	V en muestra (ml)
14-05-12	200	266.09	0	0	¿?
16-05-12	200	217.24	39	48.85	9.85
16-05-12	210	216.82	39	49.27	10.27
16-05-12	210	214.18	42	51.91	9.91
16-05-12	210	210.65	46	55.44	9.44
16-05-12	210	210.35	46	55.74	9.74
16-05-12	210	208.41	48	57.68	9.68
17-05-12	210	188.30	68	77.79	9.79

Tabla 2: Volúmenes de salmuera inyectados en la muestra

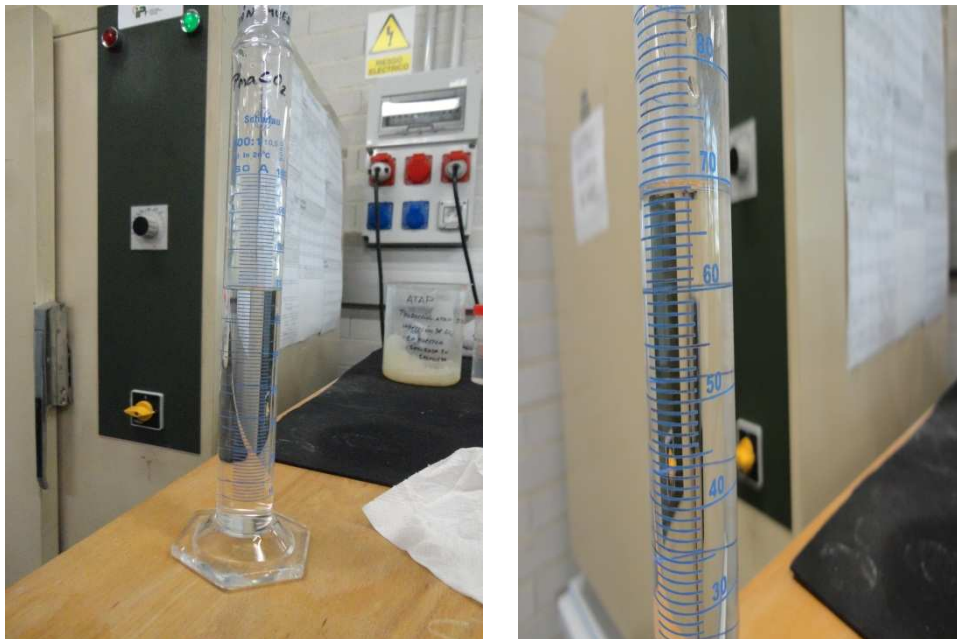


Imagen 8: Salmuera recuperada tras inyección de salmuera

TAREA 6- Escáner III-Muestra saturada en salmuera

Tras haber saturado la muestra con salmuera, se pasa por tercera vez la celda por el escáner, obteniendo el topograma PMACO₂3. **Ref. Anexo Escáner III-muestra saturada con salmuera.**

TAREA 7- Inyección de CO₂ supercrítico hasta Swi

Se comienza la inyección de CO₂ supercrítico. Las condiciones previas a comenzar la inyección son (todas las válvulas están cerradas tras haber saturado la muestra con salmuera):

- Manómetro de p de confinamiento radial: 220 bar
- Manómetro de p de back pressure: 95 bar
- Manómetro en línea de inyección inyección: 100 bar
- T aceite de silicona (camisa de calentamiento de celda): 90 °C

Los parámetros que se fijan en el **generador de CO₂ supercrítico** son:

- T: 60°C
- P inyección: 150 bar

Con estos parámetros se asegura que el CO₂ que se inyecta está en estado supercrítico, y que se realiza efectivamente la inyección, al ser la presión de inyección superior a la presión en el back pressure.

Se conecta el Generador de CO₂ supercrítico con la celda y se abren válvulas de la línea de inyección y de producción.

Ésta última, la línea de producción, se conecta con un separador de fases y se registra en todo momento la producción tanto de salmuera como de CO₂, que al pasar a las condiciones ambiente, pasa a estado gaseoso y se mide en el gasómetro.

El registro de la producción se puede observar en **Ref Anexo Medidas -I de producción durante la inyección de CO₂ supercrítico en la muestra- Producción de salmuera, salmuera+CO₂.**

Por las gráficas del separador, se aprecia que la producción de CO₂ no llega al separador hasta que no han transcurrido 330 min desde el comienzo de la inyección, y que se produce salmuera hasta el minuto 1226, en el que la producción de salmuera se mantiene constante, aunque se sigue incrementando la producción de CO₂. **Ref Anexo Medidas-II de producción durante la inyección de CO₂ supercrítico en la muestra- Producción de CO₂.**

Una vez que no se produce más salmuera en el separador, se considera que la saturación de salmuera en la muestra es la saturación de salmuera irreductible.

TAREA 8- Inyección de CO₂ supercrítico para asegurar la saturación de la muestra

A partir de ese momento, se mantiene la inyección de CO₂ supercrítico durante tres días más para asegurar que la muestra está saturada en CO₂ supercrítico; manteniéndose dicha inyección un total de 4 días.

Al final de la inyección de CO₂ supercrítico a 200 bar (por similitud con la inyección de salmuera), la presión de confinamiento radial ascendió hasta 390 bar. Manteniéndose en esta presión durante 10 días, fecha a partir de la cual, la presión de confinamiento desciende a 270 bar (próxima a la inicial, antes de inyectar el CO₂ supercrítico).

El penúltimo escáner que se realiza, transcurridos 5 días desde el descenso de presión, muestra alguna fisura en la superficie de la muestra. **Ref. Anexo Escáner VII-muestra saturada con CO₂ supercrítico-7.**

TAREA 9- Recogida de la producción sólida

Tras desconectar el tubo de comunicación entre la salida de producción de la celda y el separador, se observan restos sólidos, con aspecto de gel, adheridos a las paredes del tubo. Se recogen cuidadosamente los restos de gel y se colocan en un porta-muestras para observar su composición a través del microscopio electrónico de barrido. **Ref. Anexo Resultados de observar la muestra sólida en microscopio electrónico de barrido.**

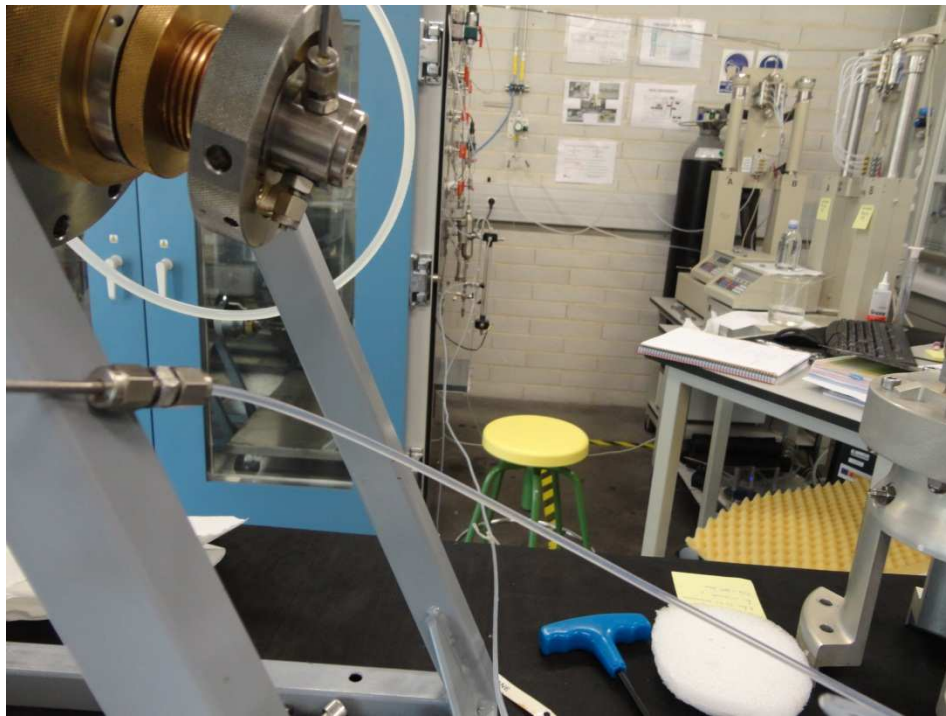


Imagen 9: Conexión de línea de producción de celda con separador

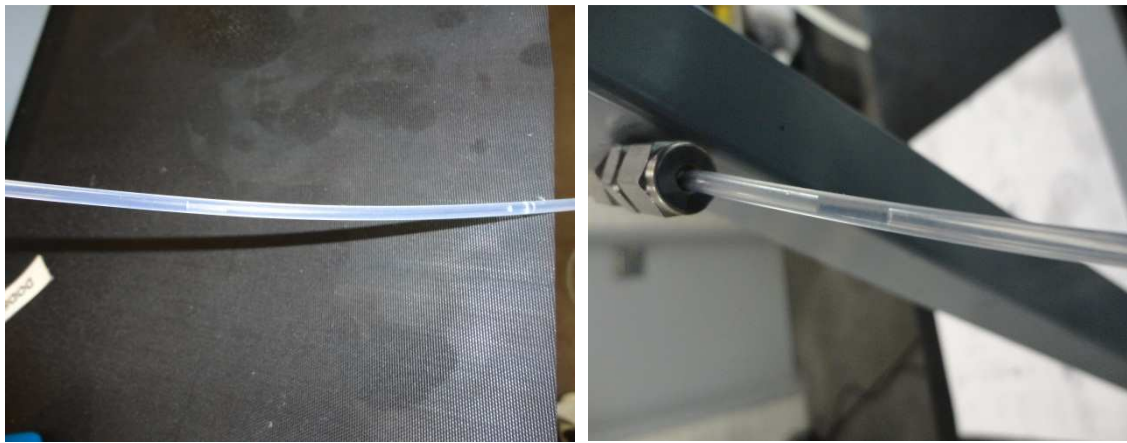


Imagen 10: Mezcla de salmuera y CO2 en la línea de producción

TAREA 10- Escáner IV-Muestra saturada en CO2 supercrítico

Una vez considerada la muestra saturada en CO2 supercrítico, (tras 4 días de inyección), se procede a realizar la 4 pasada de la celda por el escáner. **Ref. Anexo Escáner IV-muestra saturada con CO2 supercrítico.**

Realizada esta tarea, se mantiene la celda con todas las válvulas cerradas y manteniendo las condiciones de temperatura. Cada día se monitorizan las variables de presión en los distintos manómetros y la temperatura del aceite de silicona para calentamiento de la celda.

TAREA 11- Escáneres de muestra saturada en CO2 supercrítico con la periodicidad determinada por el cliente. PMACO₂-5,6,7 y 8.

Tras la primera pasada de escáner con la muestra saturada en CO2 supercrítico, se van haciendo sucesivas pasadas con la periodicidad determinada por el cliente al comienzo del ensayo. El objetivo de estas imágenes es poder comprobar si hay cambios significativos en la muestra de roca situada en el interior de la celda. Se observa que a partir de la 7ª pasada, la superficie de la roca se ha visto alterada, posiblemente por el aumento de presión de confinamiento radial, debida a la inyección de CO2 supercrítico a alta presión (200 bar) para poder saturar la muestra de baja permeabilidad facilitada por el cliente. **Ref. Anexo Escáner V-VI-VII-VIII-muestra saturada con CO2 supercrítico.**

TAREA 12- Apertura de la celda para la extracción de la muestra.

Llegado el día convenido, según el cronograma y tras pasar la celda por el escáner por última vez, se procedió a la extracción de la muestra de la celda. Para ello se bajaron las presiones de confinamiento y la de la línea de inyección, abriendo las válvulas que mantenían a los fluidos atrapados en el interior de la celda. La producción se recogió en botes azules como el que se aprecia en la fotografía.

La producción contiene una mezcla de una sustancia sólida (a modo de gel), semejante a la que se recogió tras la inyección de salmuera y posterior inyección de CO2 y alguna gota de líquido. Además, gran cantidad de gas que se libera a la atmósfera al no tener posibilidad de recogerlo.

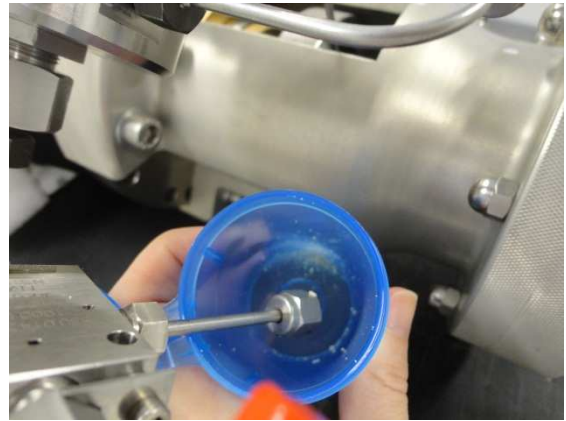
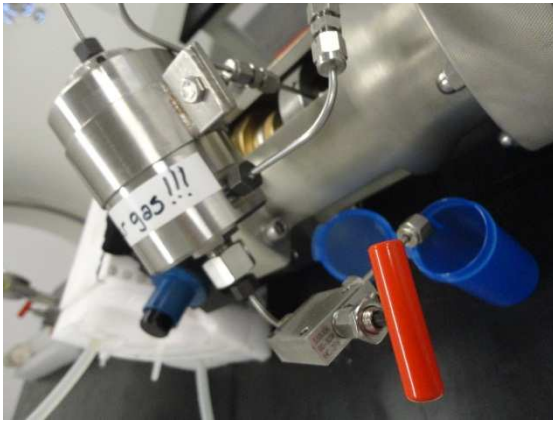


Imagen 11: Recogida de la producción de la celda una vez finalizado el ensayo

A continuación se quitó la camisa que transmitía temperatura a la celda y se retiró el Back Pressure Regulator (BPR). Quedando la celda, de esta forma, lista para abrirse.



Imagen 12: Recuperación de la muestra de roca tras finalizar el ensayo

Para sacar la muestra del interior del caucho sin ser dañada, se cortó el mismo con un cúter. De esta forma se recuperó la muestra íntegra y en perfecto estado.



Imagen 13: Corte del caucho que envolvía a la celda para recuperación íntegra de roca

Se deja la muestra de roca durante tres días en la estufa a 60 C. A continuación se muestra una imagen de la muestra de roca seca, tal como se le entrega al cliente.



Imagen 14: Estado de la roca tras finalizar el ensayo

CONCLUSIONES

Muestras con baja permeabilidad implican presiones de poro altas y por tanto requieren presiones de confinamiento elevadas para poder llevar a cabo la inyección de fluidos correctamente.

Por este motivo, muestras poco consolidadas, con baja permeabilidad son poco representativas de un almacén de CO₂ y no aptas para ensayos de este tipo a condiciones de alta presión y temperatura, representativas del almacén de CO₂.

Se aconseja utilizar muestras de profundidad, no afloramientos, o en cualquier caso, muestras consolidadas y con una permeabilidad superior a los 5mD, representativas de un buen almacén de CO₂.

ANEXO - RESULTADOS DEL ENSAYO

ESCÁNER I - MUESTRA SECA – 2012-05-10- Imagen de referencia

Pasada 1 por el escáner (PMACO₂-1): muestra seca

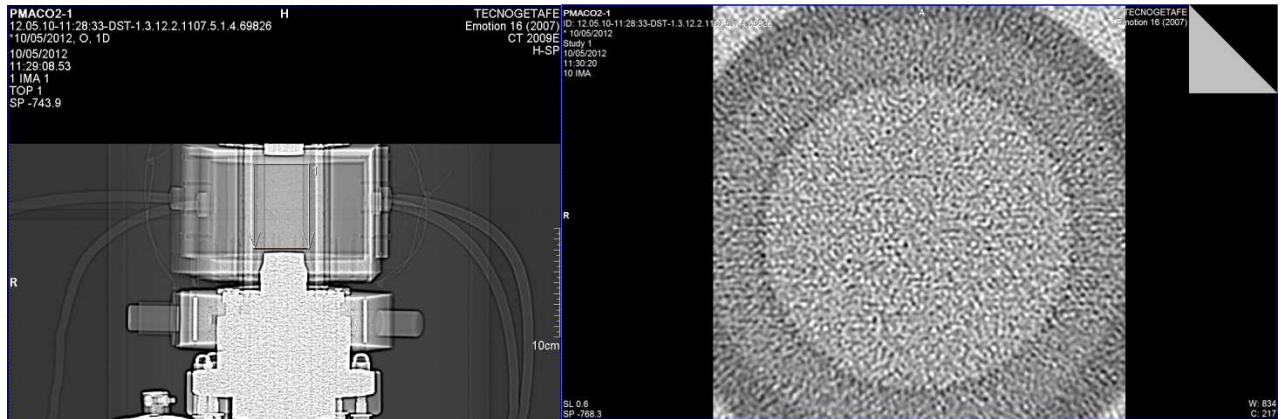
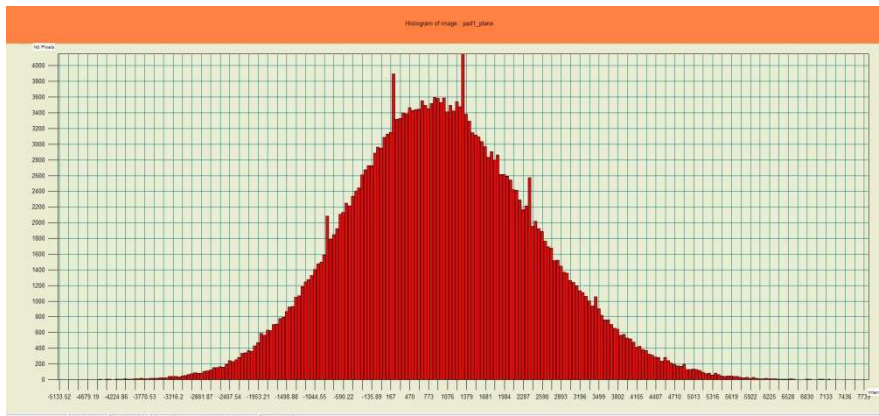


Imagen de escáner correspondiente al corte 10



Histograma de medidas de Intensidad de muestra seca

Intensidad máxima media muestra seca: 7397.07

ESCÁNER II - MUESTRA CON ALGO DE SALMUERA EN SU INTERIOR– 2012-05-14

Pasada 2 por el escáner (PMACO₂-2): muestra con algo de salmuera

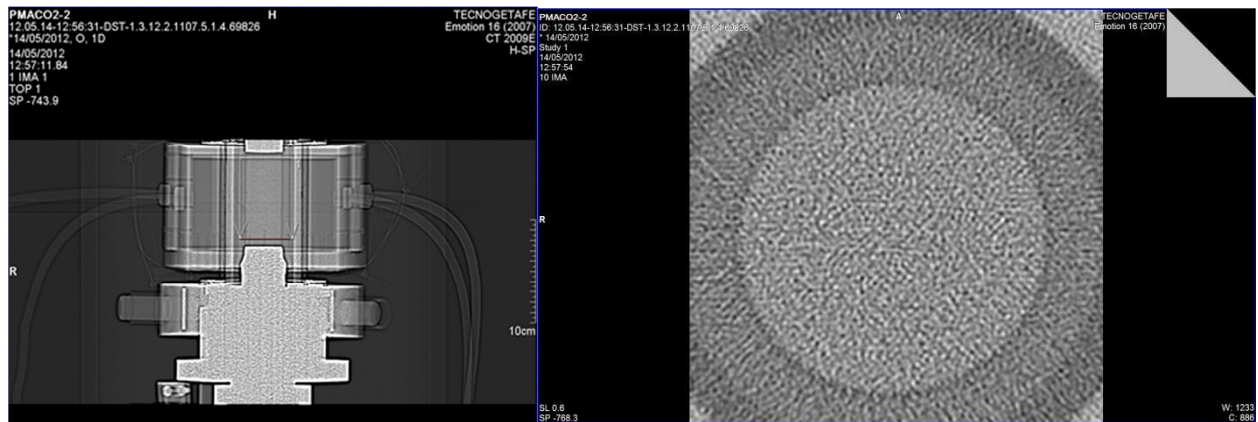
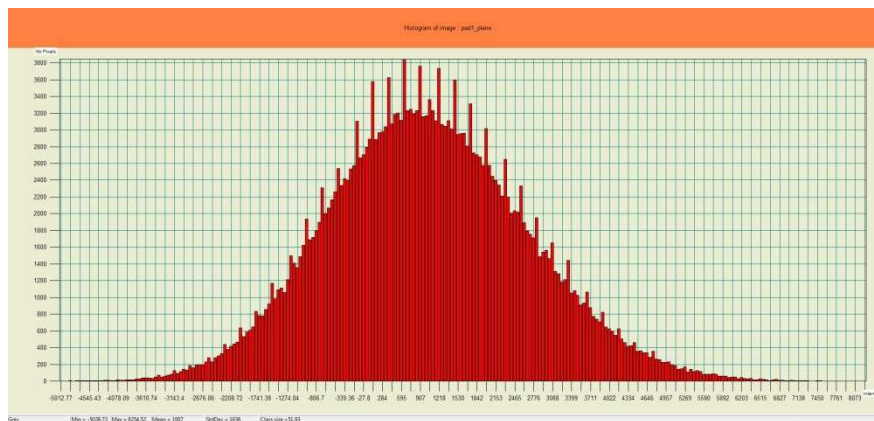


Imagen de escáner correspondiente al corte 10



Histograma de medidas de Intensidad de muestra con algo de salmuera en su interior

Intensidad máxima media después de inyectar algo de salmuera: 7896.81

PERMEABILIDAD AL GAS DE LA MUESTRA MEDIDA EN NANOPERMEÁMETRO

Resultados muestra 1

company name	CIEMAT
well name	0
depth	0.00 to 0.00 inch
drilling fluid	0
Operator	JLM
Date	14/05/2012

sample	
name	PMA-CO2
number	1
length	3.2 mm
diameter	10.8 mm

Jones and Owens		
Kliquid	128.975	microdarcy
b	1.724	bar

Kgas	259.598 microdarcy
porosity	0.1 frac.

Resultados muestra 2

company name	CIEMAT
well name	0
depth	0.00 to 0.00 inch
drilling fluid	0
Operator	JLM
Date	14/05/2012

sample	
name	PMA-CO2
number	2
length	3.07 mm
diameter	10.9 mm

Jones and Owens		
Kliquid	133.763	microdarcy
b	1.704	bar

Kgas	270.135 microdarcy
porosity	0.1 frac.

ESCÁNER III- MUESTRA SATURADA EN SALMUERA-2012-05-17

Pasada 3 por el escáner (PMACO₂3): muestra saturada en salmuera

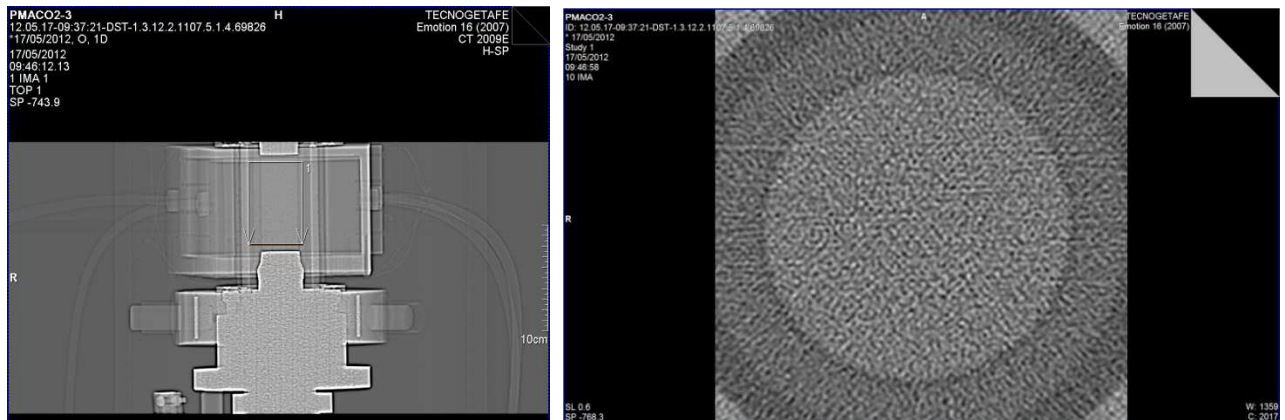
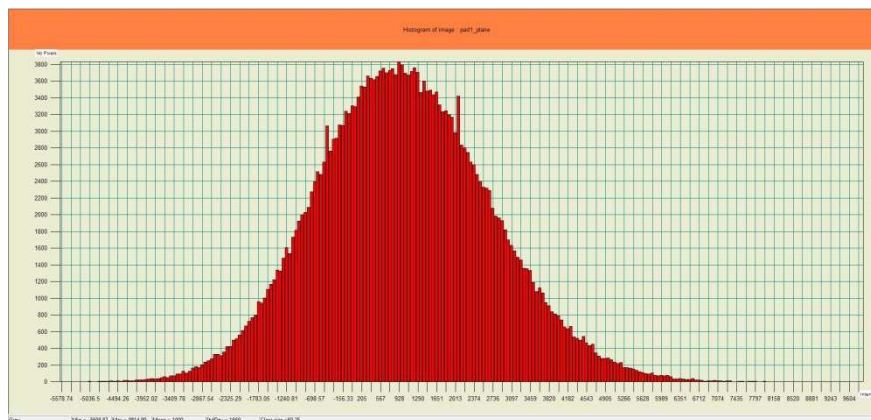


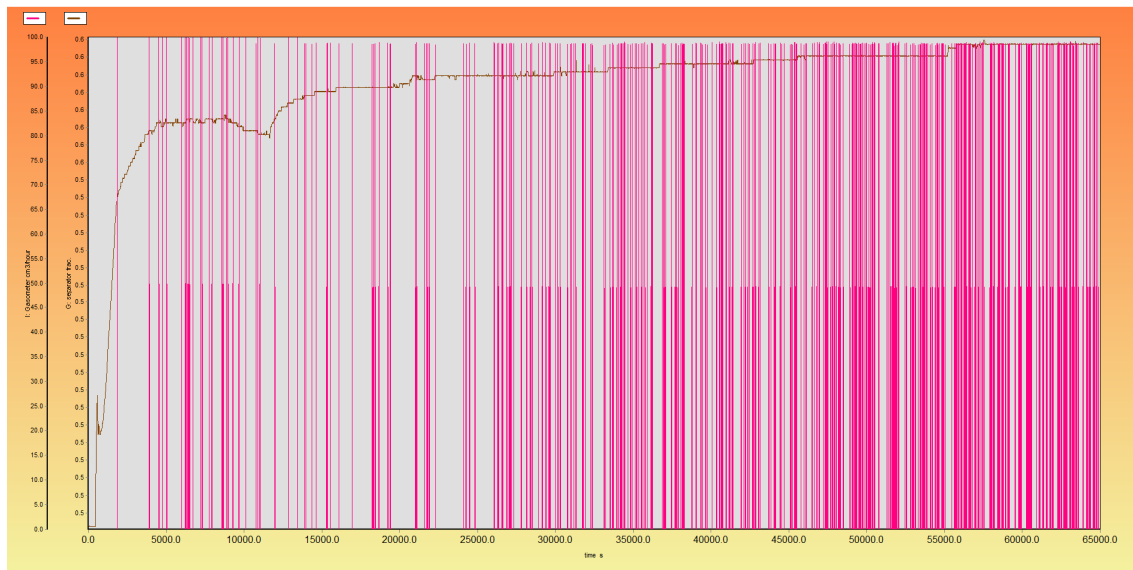
Imagen de escáner correspondiente al corte 10.



Histograma de medidas de Intensidad de muestra saturada en salmuera.

Intensidad media pasada muestra saturada en salmuera: 7750.54

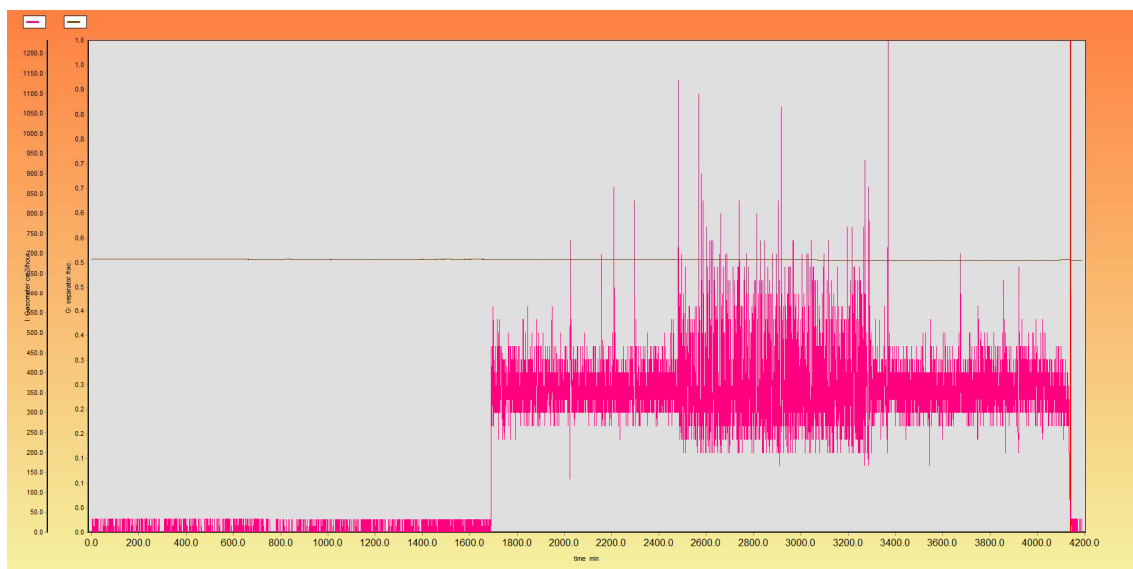
MEDIDAS –I DE PRODUCCIÓN DURANTE LA INYECCIÓN DE CO₂ SUPERCRÍTICO EN LA MUESTRA-PRODUCCIÓN DE SALMUERA, SALMUERA+CO₂. Medidas en separador de fases de producción.



El archivo se comienza a grabar a las 5 horas de haber comenzado la inyección real de CO₂ supercrítico en la muestra. Luego el minuto 0 de esta grabación, corresponde con el minuto 300 desde el comienzo de la inyección del primer CO₂ supercrítico en la celda.

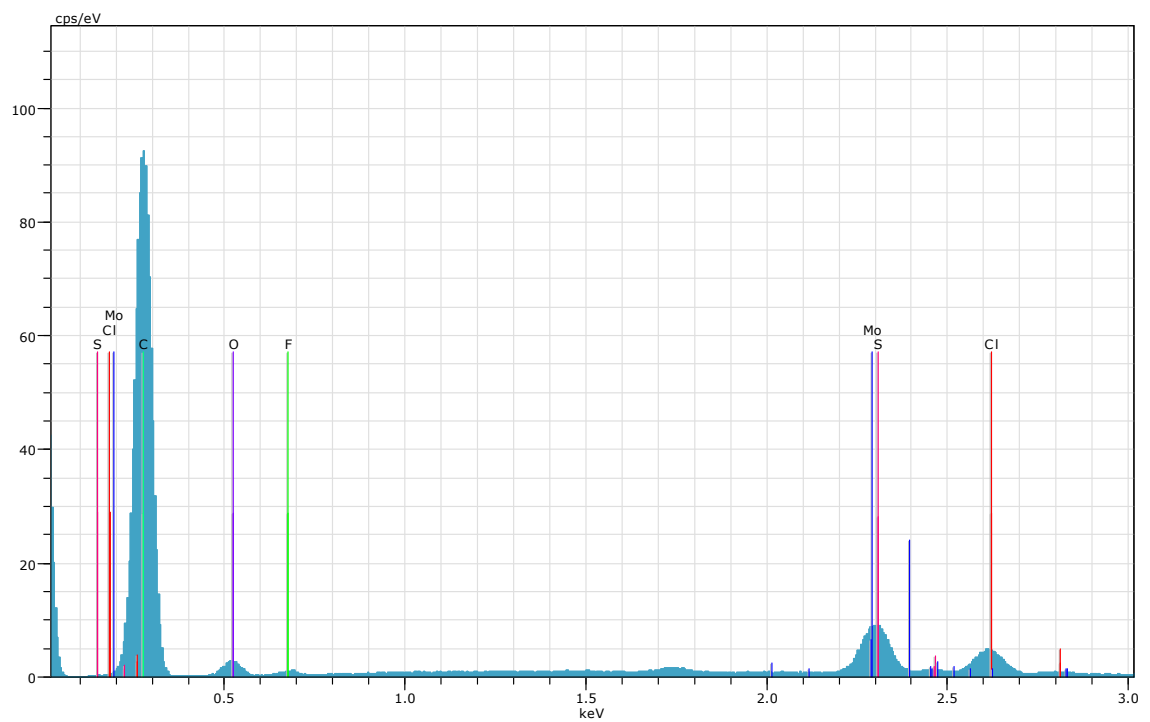
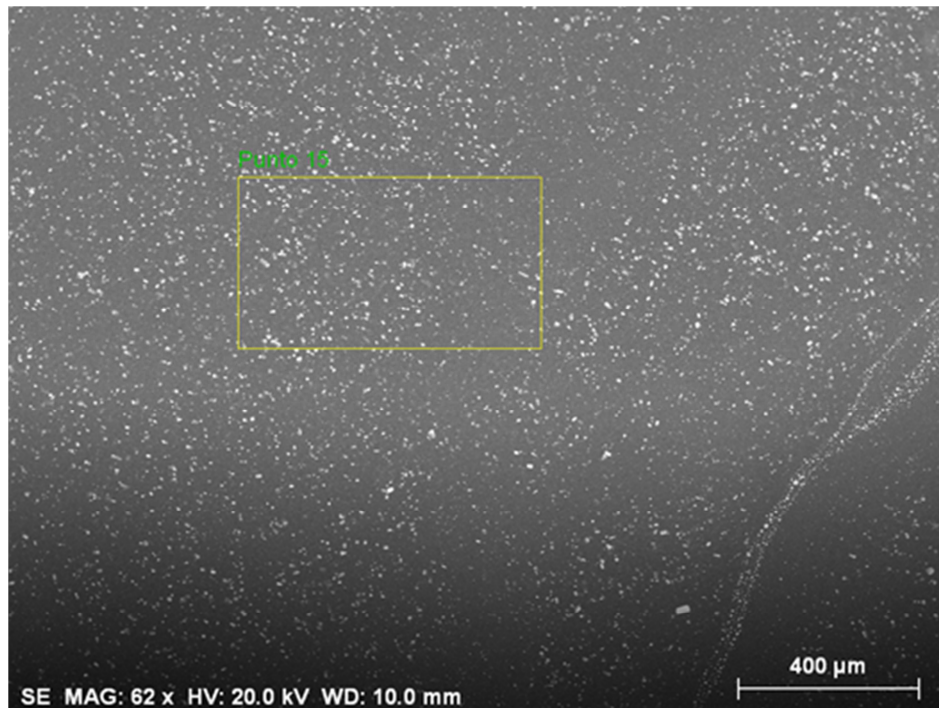
MEDIDAS –II DE PRODUCCIÓN DURANTE LA INYECCIÓN DE CO₂ SUPERCRÍTICO EN LA MUESTRA-PRODUCCIÓN DE CO₂.

A partir del minuto 1226, ya no se produce más salmuera, En el Gráfico siguiente se registra el tiempo que se sigue inyectando CO₂ en la muestra, después de que se ha llegado a la saturación irreductible de salmuera en la muestra (ya no hay producción de salmuera)



RESULTADOS DE OBSERVAR LA MUESTRA SÓLIDA EN MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO

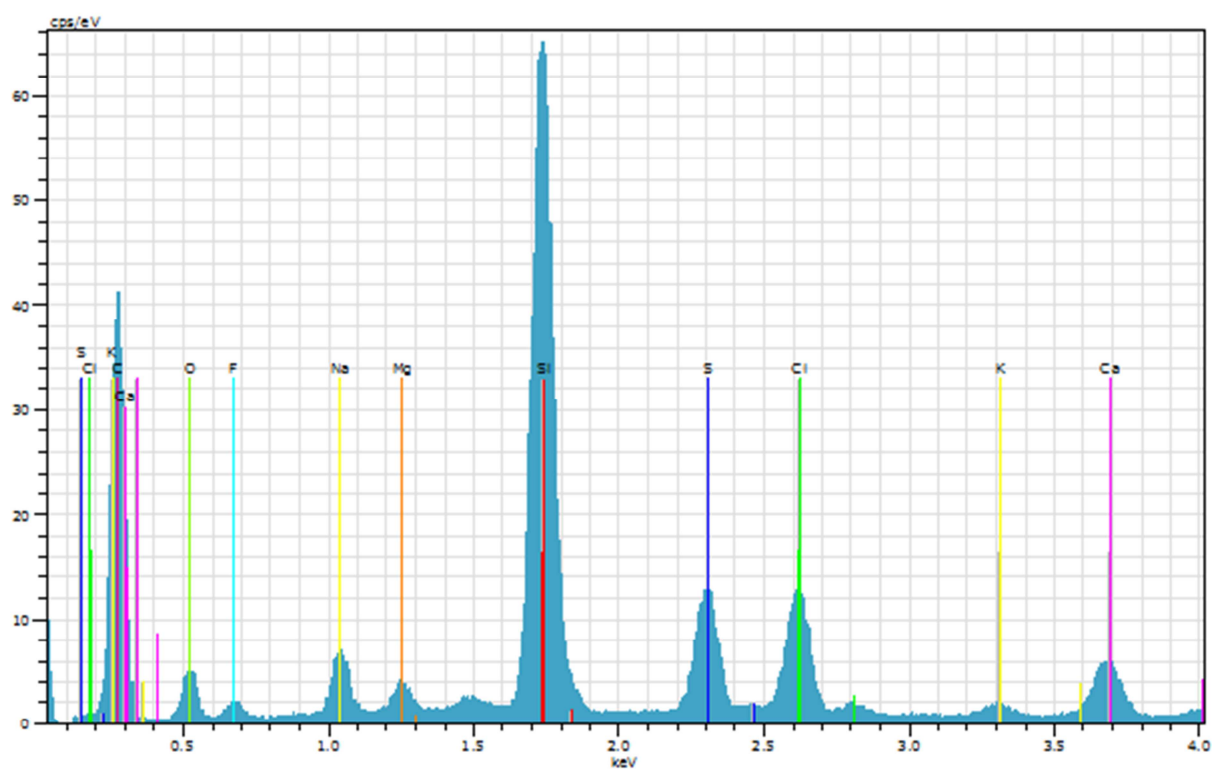
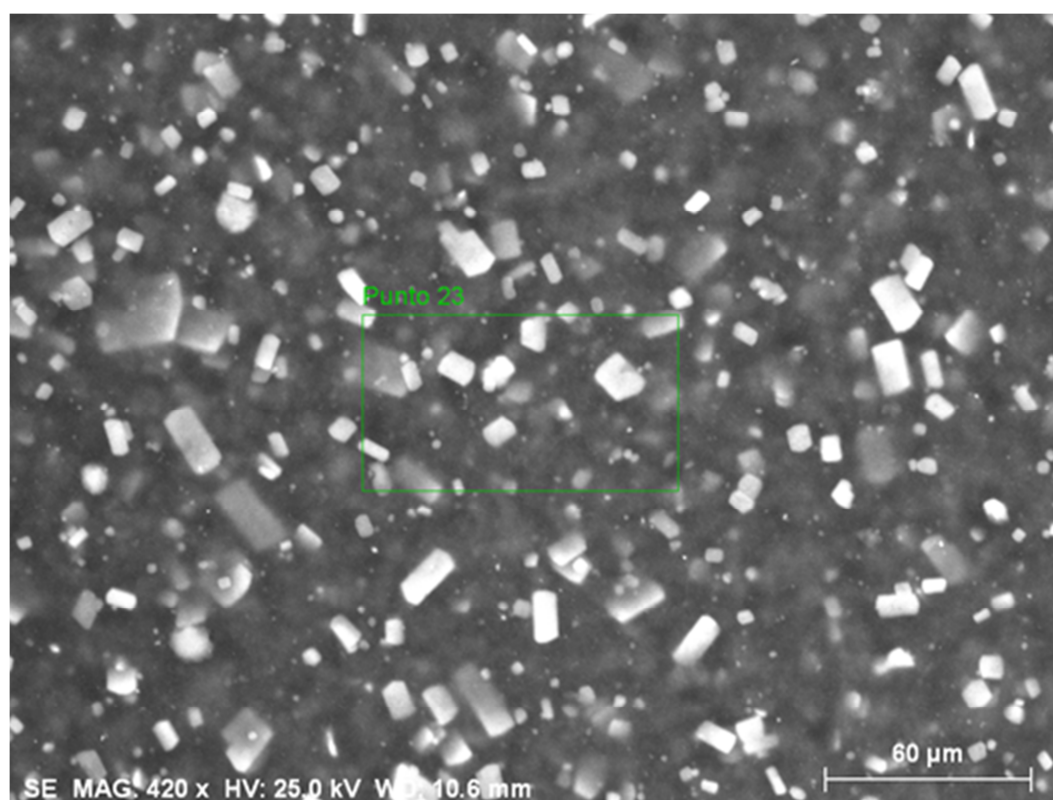
Foto general de la muestra a 62 aumentos



Spectrum: Punto 15

El	AN	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]	Error [wt.%]
C	6	K-series	87.44	87.44	92.11	9.8
O	8	K-series	7.36	7.36	5.82	1.2
S	16	K-series	1.82	1.82	0.72	0.1
Cl	17	K-series	1.38	1.38	0.49	0.1
F	9	K-series	1.10	1.10	0.73	0.3
Mo	42	L-series	0.90	0.90	0.12	0.1
Total:			100.00	100.00	100.00	

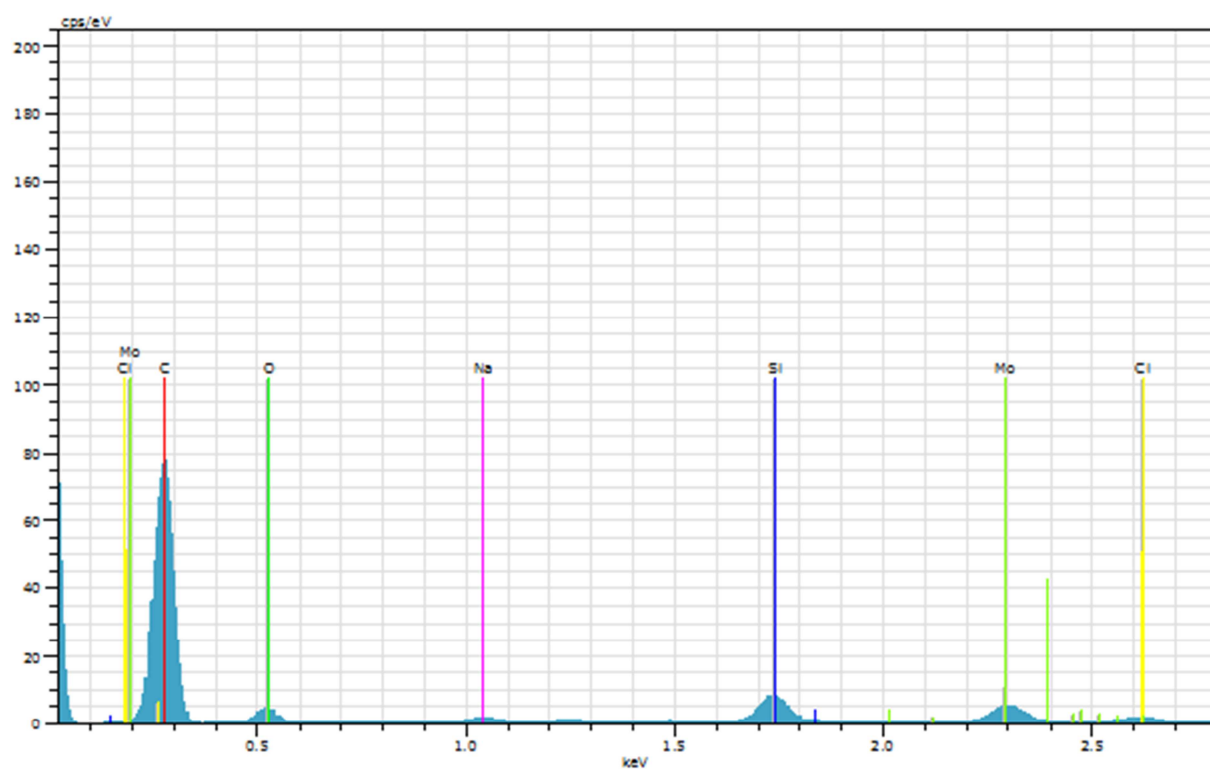
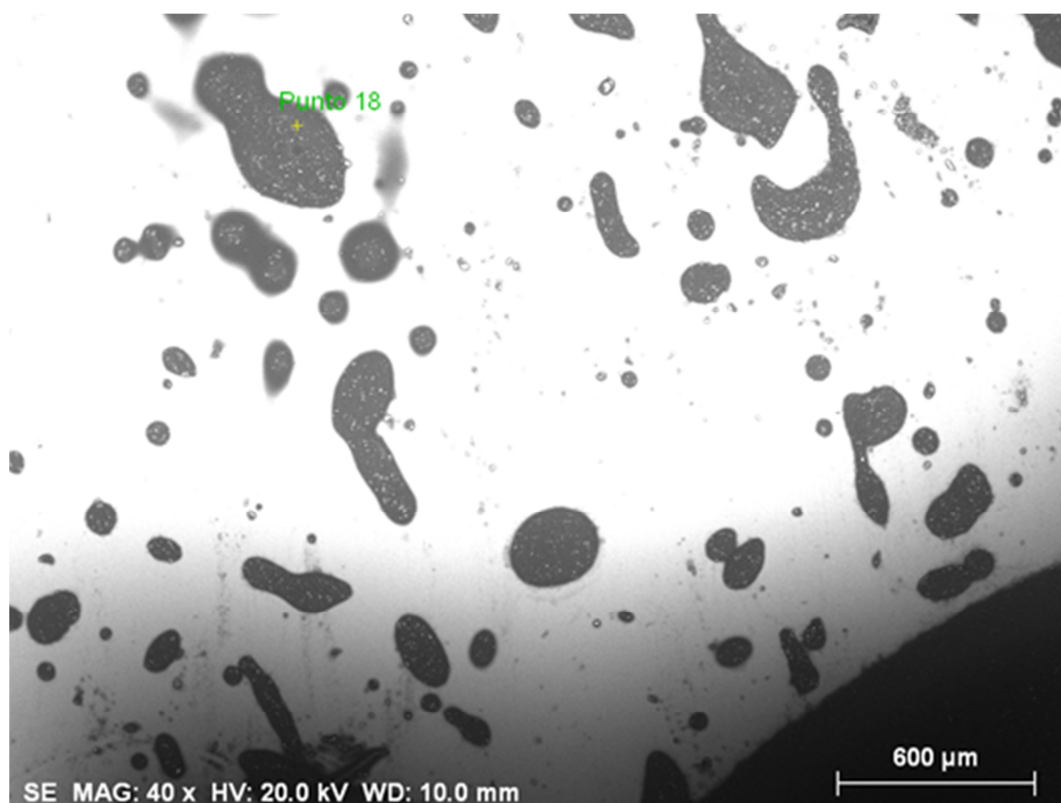
Foto detalle ampliación de la zona anterior (420x):



Spectrum: Punto 23

El	AN	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]	Error [wt.%]
C	6	K-series	72.65	67.61	79.55	9.0
O	8	K-series	12.04	11.20	9.90	2.0
Si	14	K-series	9.19	8.56	4.31	0.4
Cl	17	K-series	3.37	3.13	1.25	0.1
S	16	K-series	2.93	2.73	1.20	0.1
F	9	K-series	2.37	2.20	1.64	0.5
Ca	20	K-series	2.26	2.10	0.74	0.1
Na	11	K-series	1.75	1.63	1.00	0.1
Mg	12	K-series	0.53	0.49	0.29	0.1
K	19	K-series	0.38	0.35	0.13	0.0
Total:			107.45	100.00	100.00	

En el borde:



Spectrum: Punto 18

El	AN	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]	Error [wt.%]
C	6	K-series	81.21	81.21	87.52	9.1
O	8	K-series	13.13	13.13	10.62	1.9
Mo	42	L-series	2.31	2.31	0.31	0.1
Si	14	K-series	2.27	2.27	1.05	0.1
Cl	17	K-series	0.55	0.55	0.20	0.0
Na	11	K-series	0.53	0.53	0.30	0.1
Total:			100.00	100.00	100.00	

ESCÁNER IV- MUESTRA SATURADA EN CO₂ SUPERCRÍTICO-2012-05-21

Pasada 4 por el escáner (PMACO₂4): muestra saturada en CO₂ 1

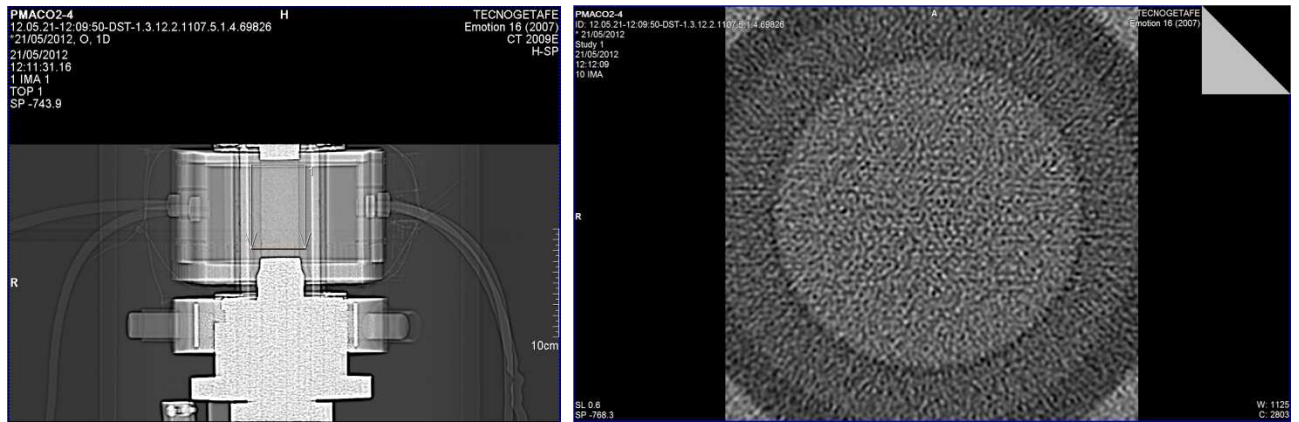
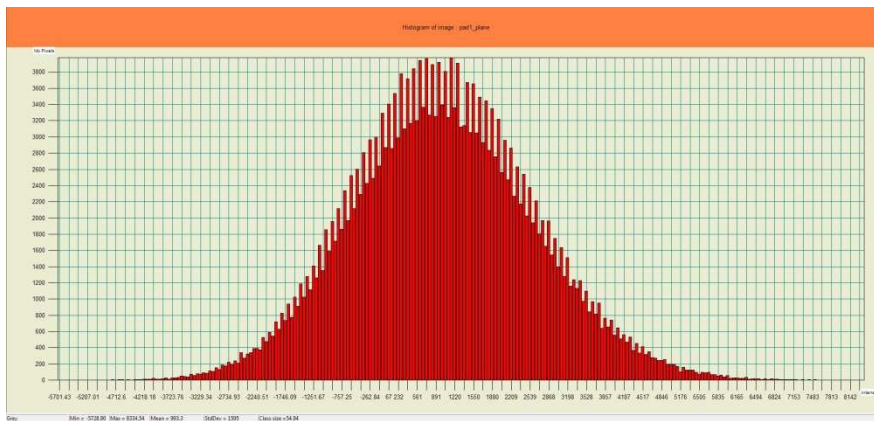


Imagen de escáner correspondiente al corte 10.



Histograma de medidas de Intensidad de muestra saturada en CO₂_1.

Intensidad media pasada muestra saturada en CO₂1: 7859.57

ESCÁNER V- MUESTRA SATURADA EN CO2 SUPERCRÍTICO-2012-05-24

Pasada 5 por el escáner (PMAC₀₂5): muestra saturada en CO₂

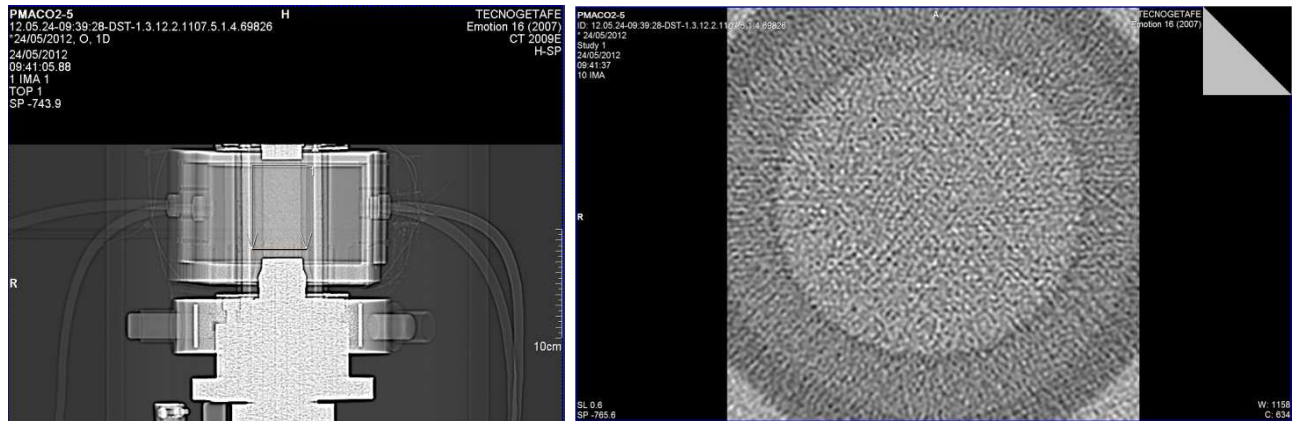
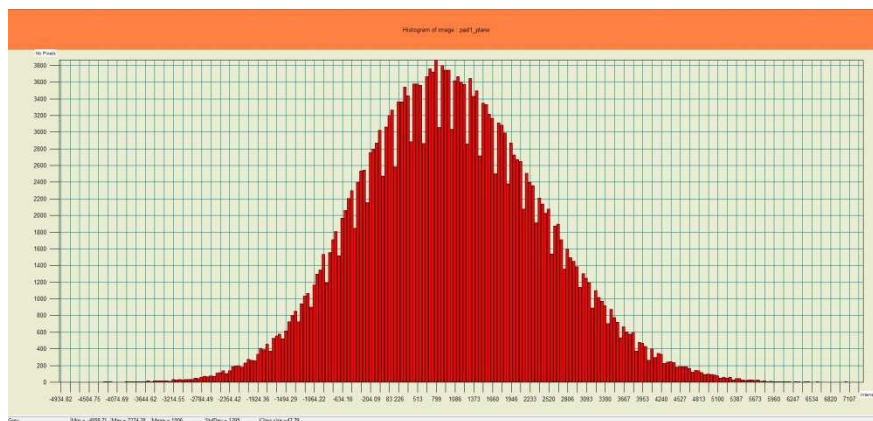


Imagen de escáner correspondiente al corte 10.



Histograma de medidas de Intensidad de muestra saturada en CO₂_2.

Intensidad media pasada muestra saturada en CO₂: 7729.02

ESCÁNER VI- MUESTRA SATURADA EN CO2 SUPERCRÍTICO-2012-05-28

Pasada 6 por el escáner (PMACO₂6): muestra saturada en CO₂3

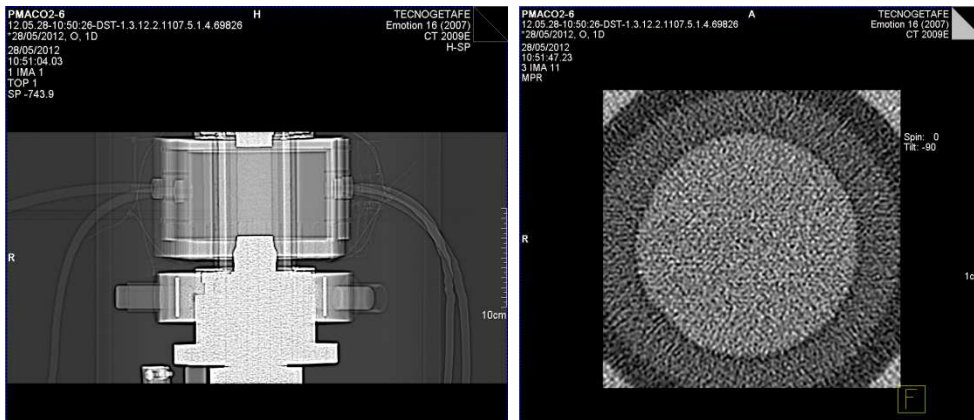
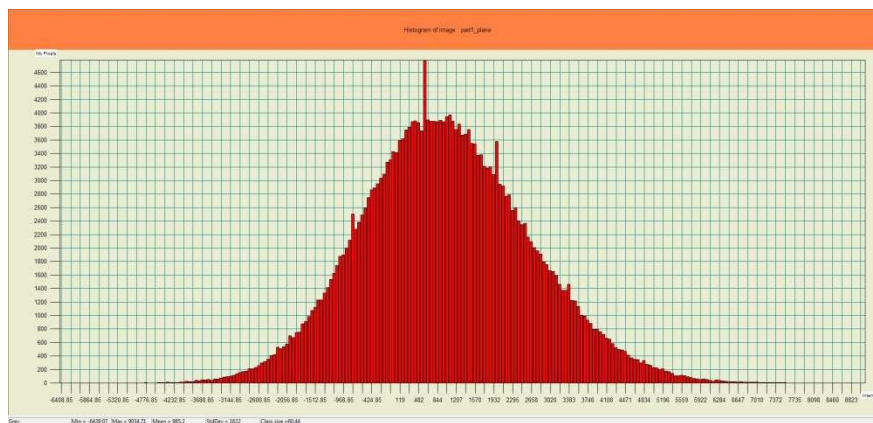


Imagen de escáner correspondiente al corte 10.



Histograma de medidas de Intensidad de muestra saturada en CO₂_3.

Intensidad media pasada muestra saturada en CO₂3: 7806.79

ESCÁNER VII- MUESTRA SATURADA EN CO₂ SUPERCRÍTICO-2012-06-11

Pasada 7 por el escáner (PMACO₂7): muestra saturada en CO₂4

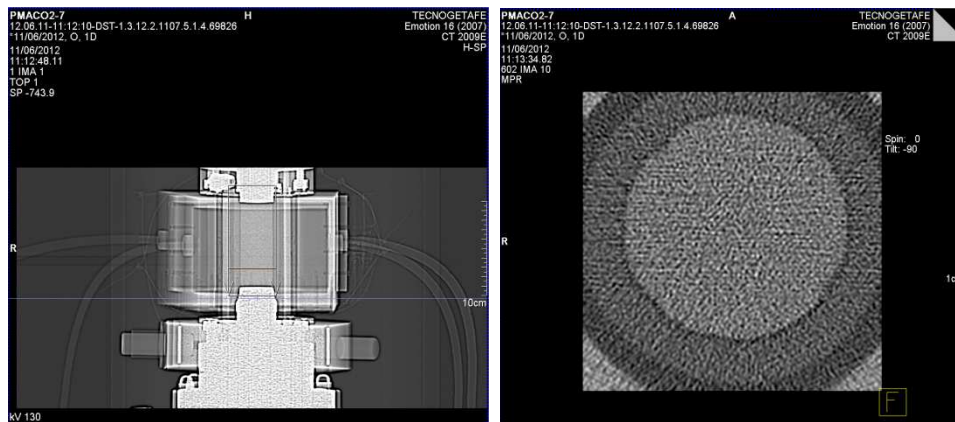
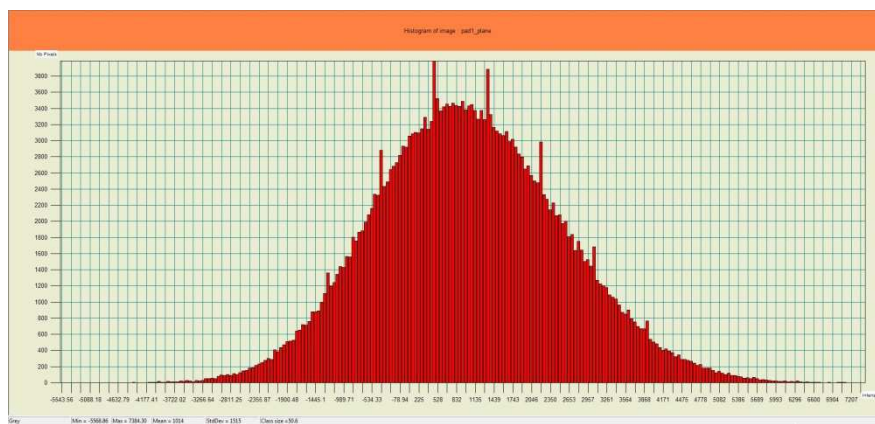


Imagen de escáner correspondiente al corte 10.



Histograma de medidas de Intensidad de muestra saturada en CO₂_4.

Intensidad media pasada muestra saturada en CO₂4: 7855.49

ESCÁNER VIII- MUESTRA SATURADA EN CO2 SUPERCRÍTICO-2012-07-13

Pasada 8 por el escáner (PMACO₂8): muestra saturada en CO₂5.

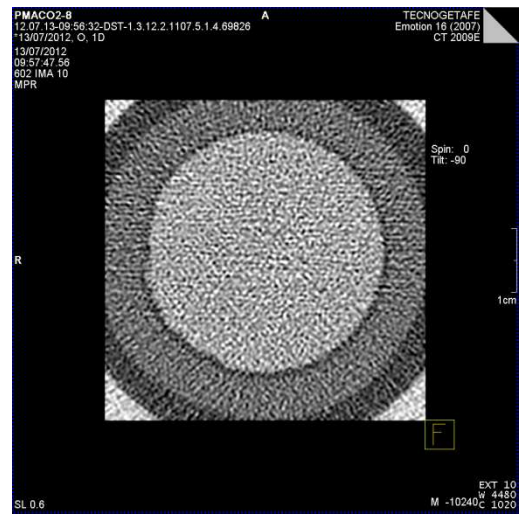
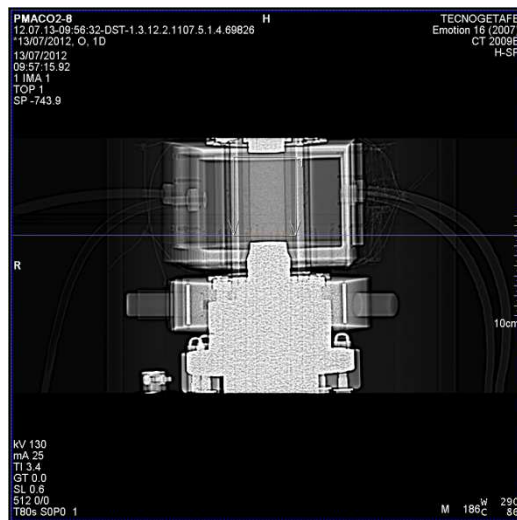
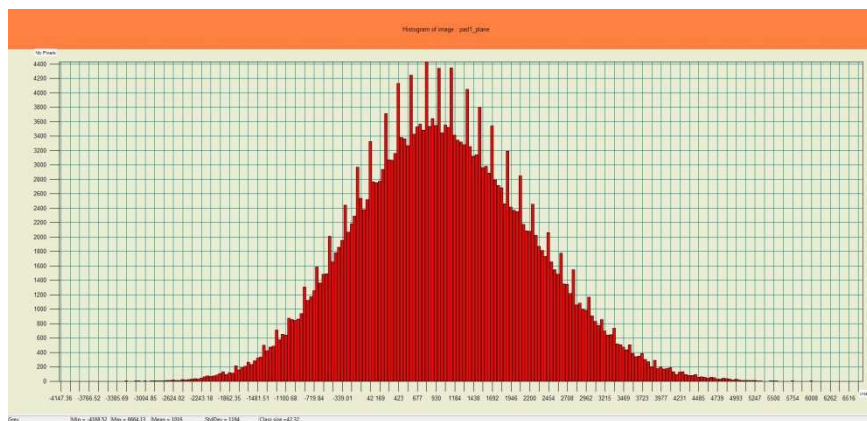


Imagen del escáner correspondiente al corte 10.



Histograma de medidas de Intensidad de muestra saturada en CO₂_5.

Intensidad media pasada muestra saturada en CO₂5: 6101.86