

Capítulo IV: RESULTADOS DISCUSIONES

Capítulo IV: RESULTADOS Y DISCUSIONES

El objeto de este proyecto es el diseño y fabricación, a escala de laboratorio, de muestras sencillas de Ti c.p. con porosidad gradiente mediante la técnica del uso de espaciadores (*"Space Holder"*) de NaCl (Sal común), una técnica de pulvimetalurgia considerada no convencional. Todo esto tiene un fin común, solventar el apantallamiento de tensiones y permitir el crecimiento del hueso hacia el interior del implante, sin comprometer el comportamiento mecánico de éste. El estudio que a continuación se plantea y los resultados que de él se obtienen son inherentes a la obtención de probetas cilíndricas sanas (evitar colapso de la matriz de titanio), reproducibilidad de la metodología de eliminación del *'Space Holder'* y niveles de porosidad alcanzados al final de proceso.

IV.1. GRADIENTE DE POROSIDADES

Como se ha comentado anteriormente, se han realizado 4 tipos de probetas según la cantidad de NaCl aportada por capas en el diseño inicial. En la Figura IV.1-1 se puede ver un esquema de dichas muestras. En la nomenclatura se ha añadido al final la presión de compactación. Además, se han realizado dos probetas de cada diseño y presión de compactación respectivamente, por lo que para diferenciarlas se le ha añadido una X al final.

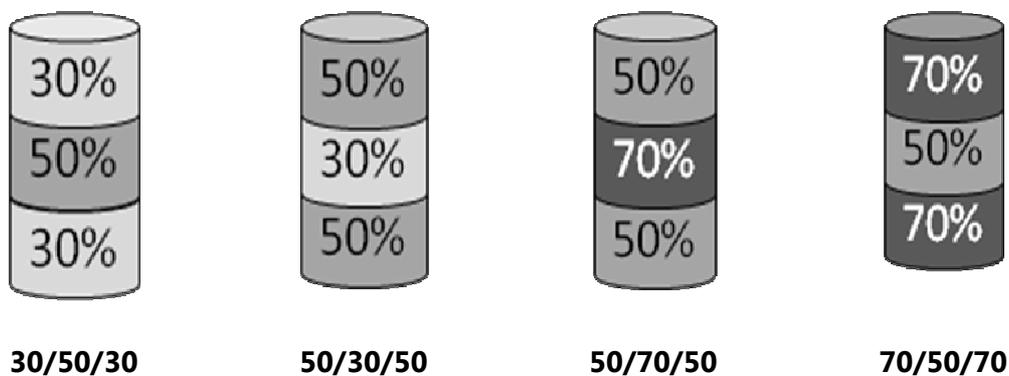


Figura IV.1-1: Esquema de las muestras y nomenclatura utilizada

IV.2. PROCESO DE ELIMINACIÓN DEL ESPACIADOR ("SAL")

IV.2.1. Evaluación de la reproducibilidad del protocolo planteado.

Lo primero que vamos a poner de manifiesto es la reproducibilidad del protocolo de eliminación utilizado, para ello, las gráficas expuestas en la Figura IV.2-1 se han representado 2 a 2 las probetas de igual diseño y presión de compactado.

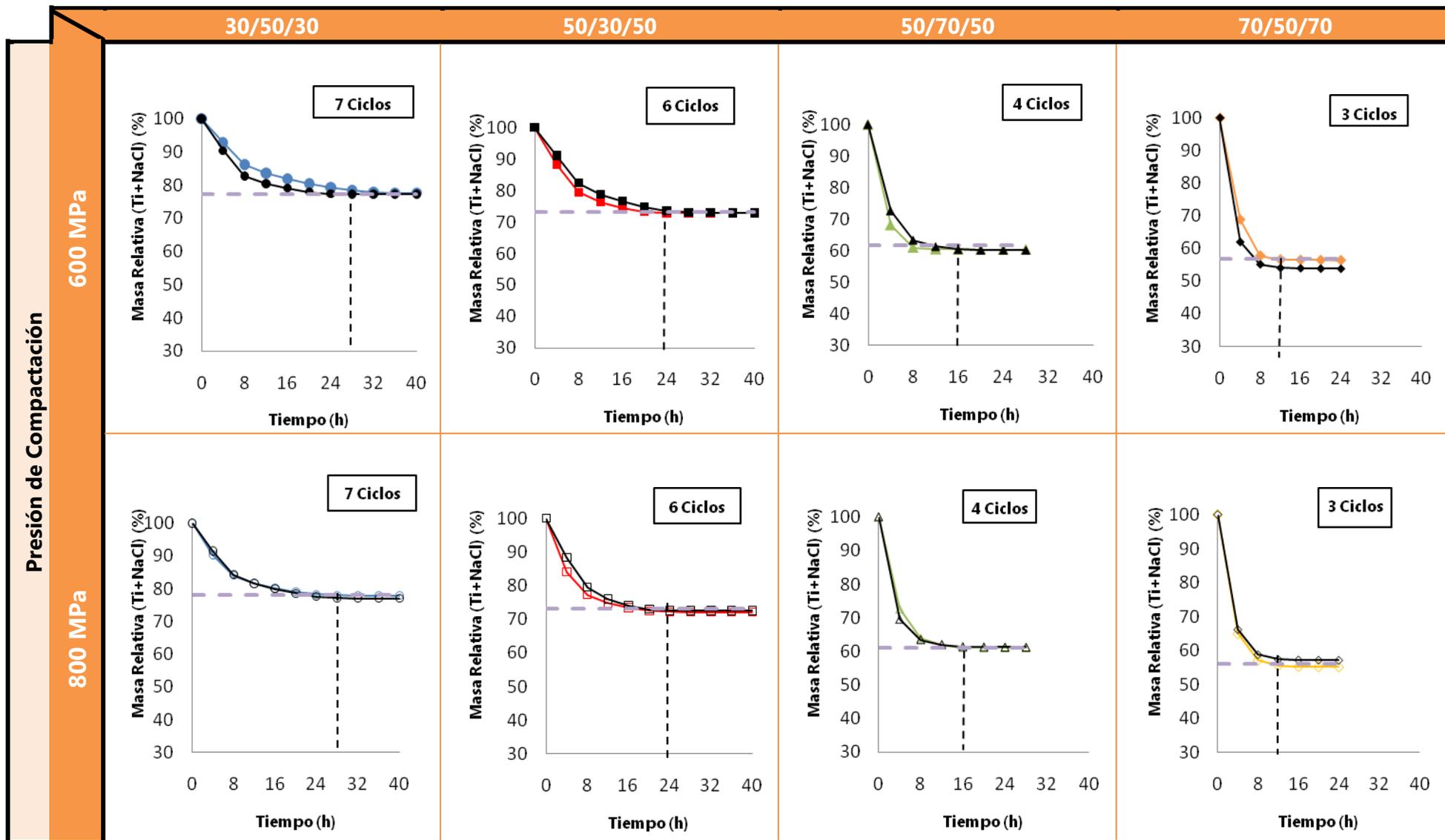


Figura IV.2-1: Resumen de gráficas para evaluación de la reproducibilidad del protocolo de eliminación de NaCl planteado

Analizando dichas gráficas llegamos a la conclusión de que la reproducibilidad es casi perfecta en todas las combinaciones de %NaCl, por lo que el protocolo de eliminación utilizado es perfectamente válido para este diseño de porosidad gradiente.

Extraemos de éstas además, que en las muestras de 70/50/70 se produce una eliminación casi completa en el 2º ciclo, es decir, a las 8 horas de inmersión en el agua destilada, en las de 50/70/50 en el tercer ciclo, en las 50/30/50 en el cuarto ciclo y en las 30/50/30 en el quinto ciclo. Esto es debido a que al haber más cantidad de sal en las primeras, la disolución va a ser más rápida y acentuada simplemente por la diferencia de concentraciones existente dentro de la muestra y disuelta en el agua destilada. Si observamos las gráficas de eliminación, vemos que las muestras de mayor concentración de NaCl tienen una curva con una pendiente más acusada, lo que corrobora que la velocidad de eliminación va a ser mayor. Veremos más adelante que estas probetas tienen un mayor número de poros conectados, por lo que será una disolución más continua y rápida que en las combinaciones de menos contenido en sal.

También se puede ver que se produce una eliminación total de la sal dentro de las probetas dado que el ajuste de las curvas de eliminación de sal y el límite marcado por la masa teórica es casi perfecto. En algunos casos, sobre todo en las de mayor contenido en NaCl se observa que hay una disminución por debajo de dicho límite, esto es debido al desmoronamiento producido en las capas de 70% de NaCl, que proviene de dos causas, una la presión que ejerce el NaCl al fluir a través de la matriz de titanio, y la otra la manipulación manual de las probetas, a pesar del sumo cuidado con el que se las ha tratado. Por el contrario, hay curvas que no llegan a límite teórico, esto es debido a que los poros aislados aun contienen el NaCl de la fase de prensado y que no es capaz de salir de la muestra.

IV.2.2. Influencia de la presión de compactación

En las gráficas recopiladas en la podemos ver la influencia de las presiones en la eliminación del '*space holder*'.

Se puede concluir, a partir de la observación de dicha figura, como norma general, que en los compactos a 600MPa la eliminación del NaCl es, obviamente, más rápida que los compactados a 800MPa. Esto es debido a que hay menos oposición a la salida del NaCl por parte de las tensiones generadas por las superficies intergranulares, entendiendo como grano cada unidad contenida en la mezcla Ti + NaCl. Se observa también, como en el caso anterior, que hay una caída por debajo del nivel teórico de

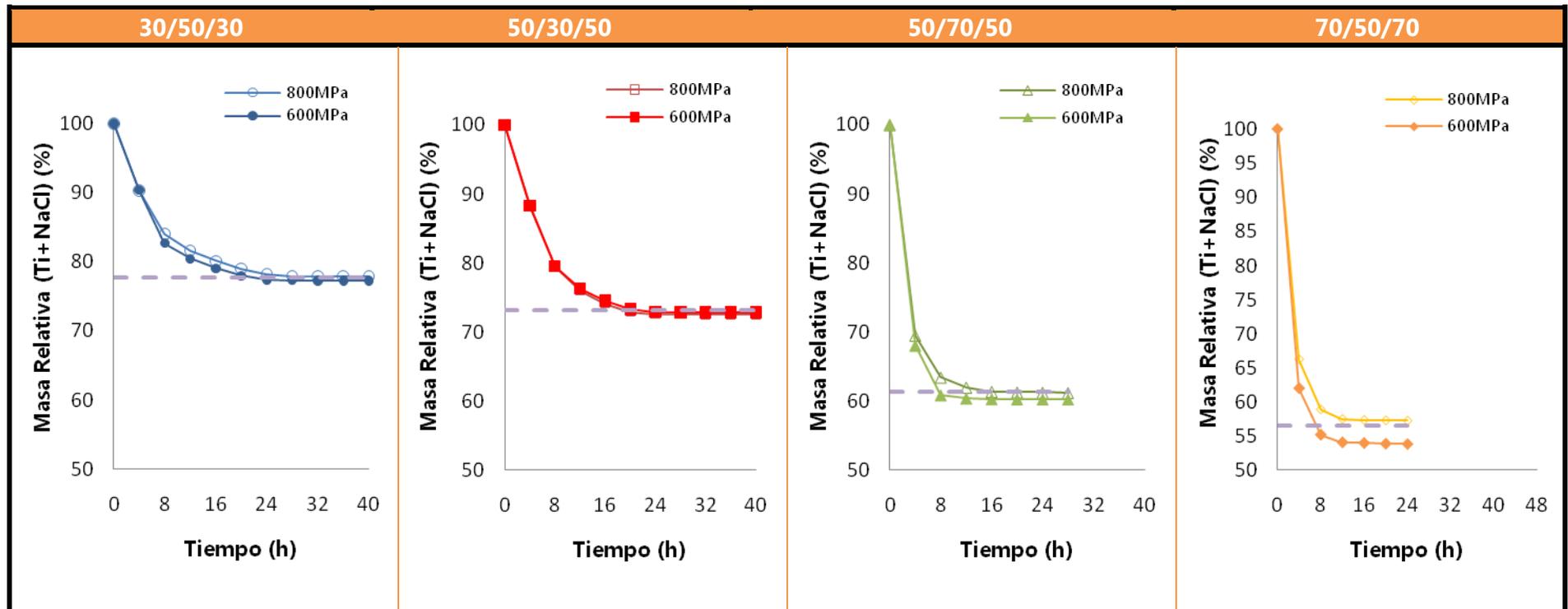


Figura IV.2-2: Influencia de la presión de compactación en la eliminación del NaCl

eliminación total del NaCl, debida, al igual que en el caso precedente, a un desprendimiento parcial en la matriz de titanio. Es de señalar, además de por sentido común, por lo representado en la Figura IV.2-2, que la estructura más susceptible de desmoronamiento parcial es la de la probeta 70/50/70/600, dada la alta porosidad y la baja presión de compactación.

Además, en esta figura se puede observar que a medida que aumenta la cantidad de NaCl, aumenta la influencia de la presión de compactación en el resultado final de la eliminación, donde a bajos contenidos en espaciador, la presión de compactación apenas influye y a medida que va aumentando dicha cantidad, las curvas cada vez se separan más unas de otras. Como es lógico, mientras más cantidad de espaciador contenga la muestra, logramos una mayor pérdida de masa en esta etapa.

IV.2.3. Influencia del diseño de la muestra

En este apartado se ha representado en la Figura IV.2-3 las estructuras más parecidas desde el punto de vista de la porosidad teórica total y separándolas por presiones de compactación. En la Tabla IV.2-1 se muestran los valores de porosidad teórica total estimados para cada muestra, obtenido a partir de una simple regla de mezclas, a partir de los que se han agrupado las graficas referidas anteriormente.

Tabla IV.2-1: Porosidades teóricas de las muestras

Muestra	Porosidad Teórica
30/50/30	36,67
50/30/50	43,33
50/70/50	56,67
70/50/70	63,33

Se observa que, lógicamente, que al disminuir la porosidad total de la probeta, la caída de masa es menor, siendo la que más masa pierde es la probeta de porosidad 70/50/70 y la que menos 30/50/30. Parece lógico además, que las muestras centrales sean las que tiene curvas de eliminación más dispares, dado que es donde se produce el mayor salto de porosidad teórica.

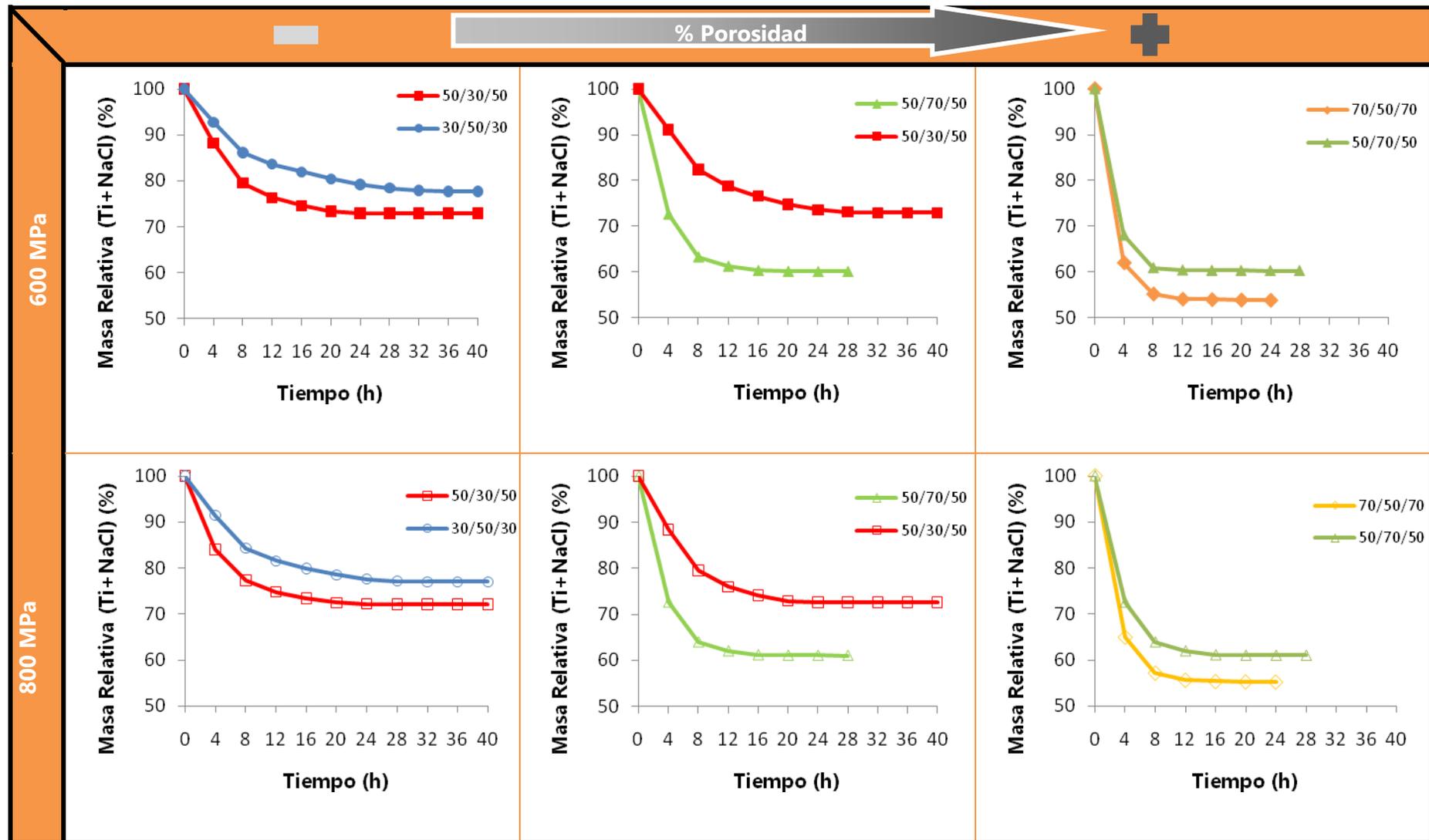


Figura IV.2-3: Influencia del diseño de las muestras en la eliminación del espaciador

En la Figura IV.2-4 se muestran los cuatro diseños separados por presiones de compactación, donde se ve claramente la dependencia de la eliminación del espaciador con el diseño de la muestra.

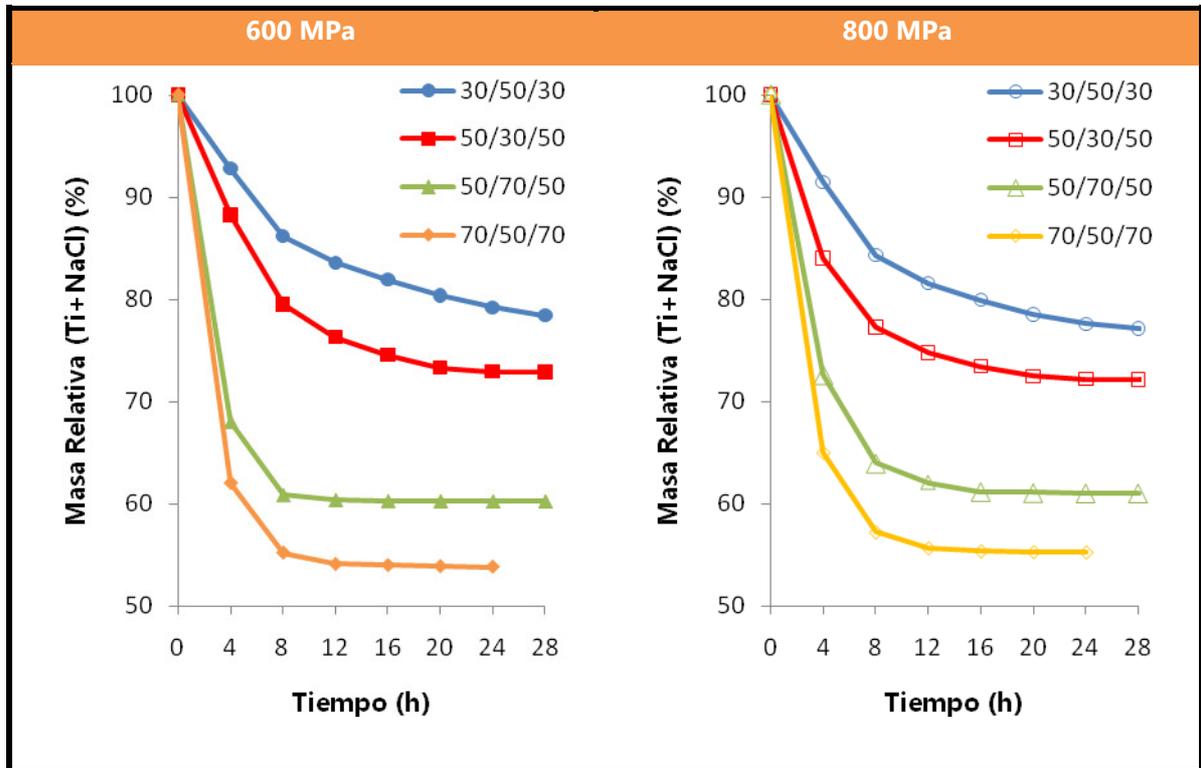


Figura IV.2-4: Resumen de la influencia del diseño de las muestras

En la Figura IV.2-5 se observan distintas fases de los ciclos por lo que han pasado las muestras durante el proceso de eliminación del NaCl. Si la observamos con detalle podemos apreciar un fenómeno en el que a medida que aumenta la cantidad de NaCl contenido las burbujas son de mayor tamaño.

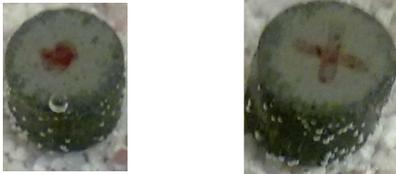
	Detalle del proceso de eliminación de Sal	Final ciclos de eliminación de Sal	Muestras Sinterizadas
30/50/30			
50/30/50			
50/70/50			
70/50/70			
Detalle de las muestras entre dos ciclos			

Figura IV.2-5: Estado de las muestras en cada paso de los ciclos

ERROR: undefined
OFFENDING COMMAND: f'~

STACK: