

# INTERACCIÓN CREEP FATIGUE OF STEELS 1CR 0,5MO

Alejandro STAFFA <sup>(1)</sup>  
Gerardo PENDER <sup>(1)</sup>  
René MOLINA <sup>(1)</sup>  
Lilian MORO <sup>(1)</sup>

## ABSTRACT

This work examines the behavior of creep and creep - fatigue of low alloy steels 1Cr 0, 5Mo, which are used in industry for services at high temperatures, mainly in pipes of boilers and heat exchangers. It is intended to relate the mechanical properties and the life from the results of trials of creep and creep fatigue (without and with hold time). The tests are performed to 70 MPa of axial tension and 540 ° C temperature, since it is higher than the temperature equicohesive, where the strength of grain is approximately equal to the edge of grain. Trials of short duration, in which by the rate of the secondary stage life in cases of long duration (less than 5% to 10000 hours) can be extrapolated were. Trials of creep - fatigue were conducted with cycles of positive tensions between 20 and 70 MPa and in the particular case of simulating a hold time, were at the peak of maximum tension for 30 minutes. At the same time we studied the microstructure of the material in each case and was observed, in cases of interaction creep - fatigue with hold time, the presence of large number of microcracks and the growth of them resulting in the deterioration of the properties mechanical material.

**Keywords:** Creep, Creep-Fatigue, interacción, steel 1Cr0,5Mo, ferritic steel, high temperature, temperature equicohesive.

# INTERACCIÓN CREEP FATIGA DE ACEROS 1CR 0,5MO

Alejandro STAFFA <sup>(1)</sup>  
Gerardo PENDER <sup>(1)</sup>  
René MOLINA <sup>(1)</sup>  
Lilian MORO <sup>(1)</sup>

## RESUMEN

En el presente trabajo se estudia el comportamiento al creep y al creep – fatiga de aceros de baja aleación 1Cr 0,5Mo, que son utilizados en la industria para servicios a altas temperaturas, principalmente en tubos de calderas y en intercambiadores de calor. Se pretende relacionar las propiedades mecánicas y la vida útil a partir de los resultados obtenidos de ensayos de creep y de creep fatiga (sin y con tiempo de permanencia). Los ensayos se realizan a 70 MPa de tensión axial y a 540 °C de temperatura, ya que se considera superior a la temperatura equicohesiva, donde la resistencia del grano es aproximadamente igual a la del borde de grano. Se realizaron ensayos de corta duración, en los que a partir de la velocidad de la etapa secundaria se puede extrapolar la vida útil en casos de larga duración (menor a 5 % para 10000 hs). Los ensayos de creep – fatiga se realizaron con ciclos de tensiones positivas entre 20 y 70 MPa y en el caso particular de simular una permanencia, quedaron en el pico de máxima tensión durante 30 minutos. En forma simultánea se estudió la microestructura del material en cada caso y se observó, en los casos de interacción creep – fatiga con permanencia, la presencia de gran número de microfisuras y el crecimiento de las mismas que derivan en el deterioro de las propiedades mecánicas del material.

**Palabras clave:** Creep, Creep-Fatiga, interacción, acero 1Cr0,5Mo, aceros ferríticos, altas temperaturas, temperatura equicohesiva.

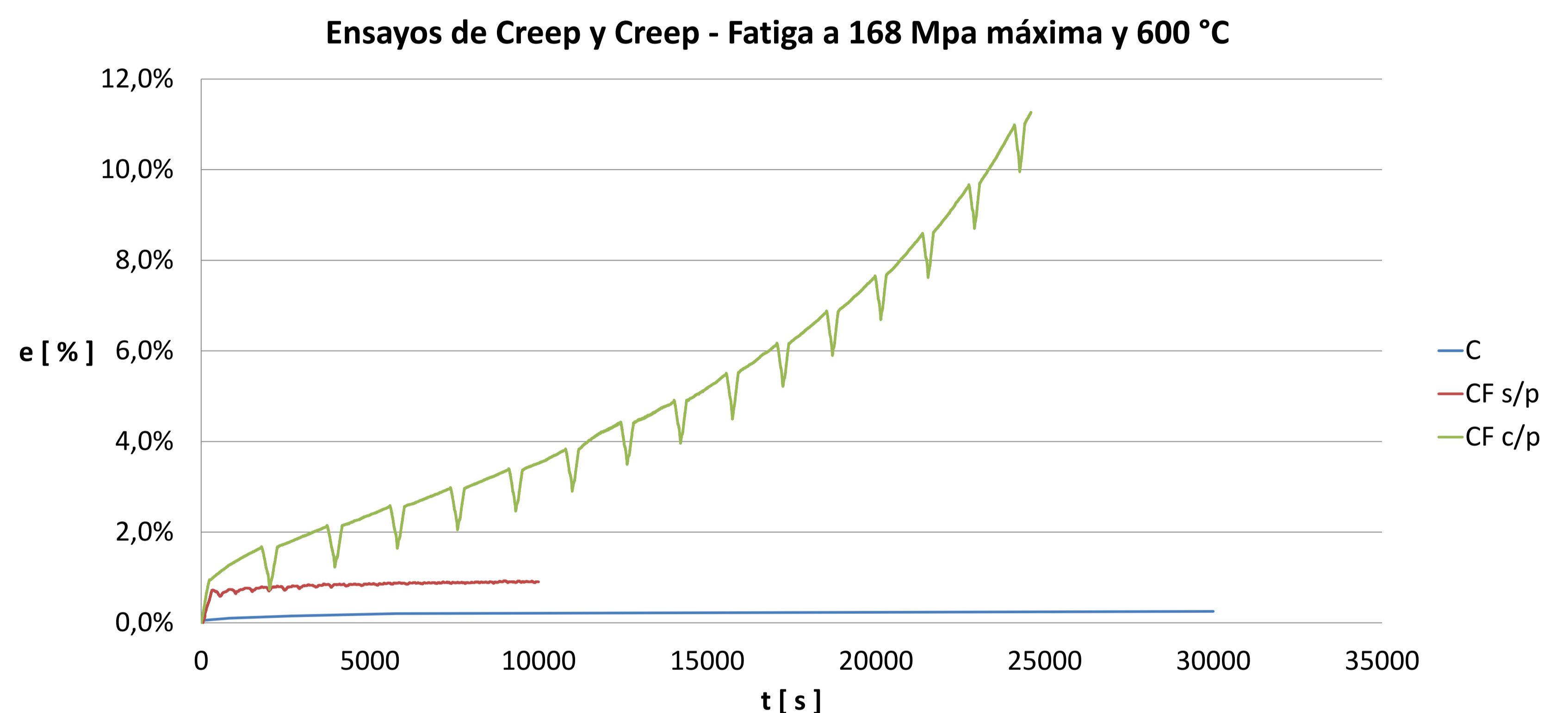
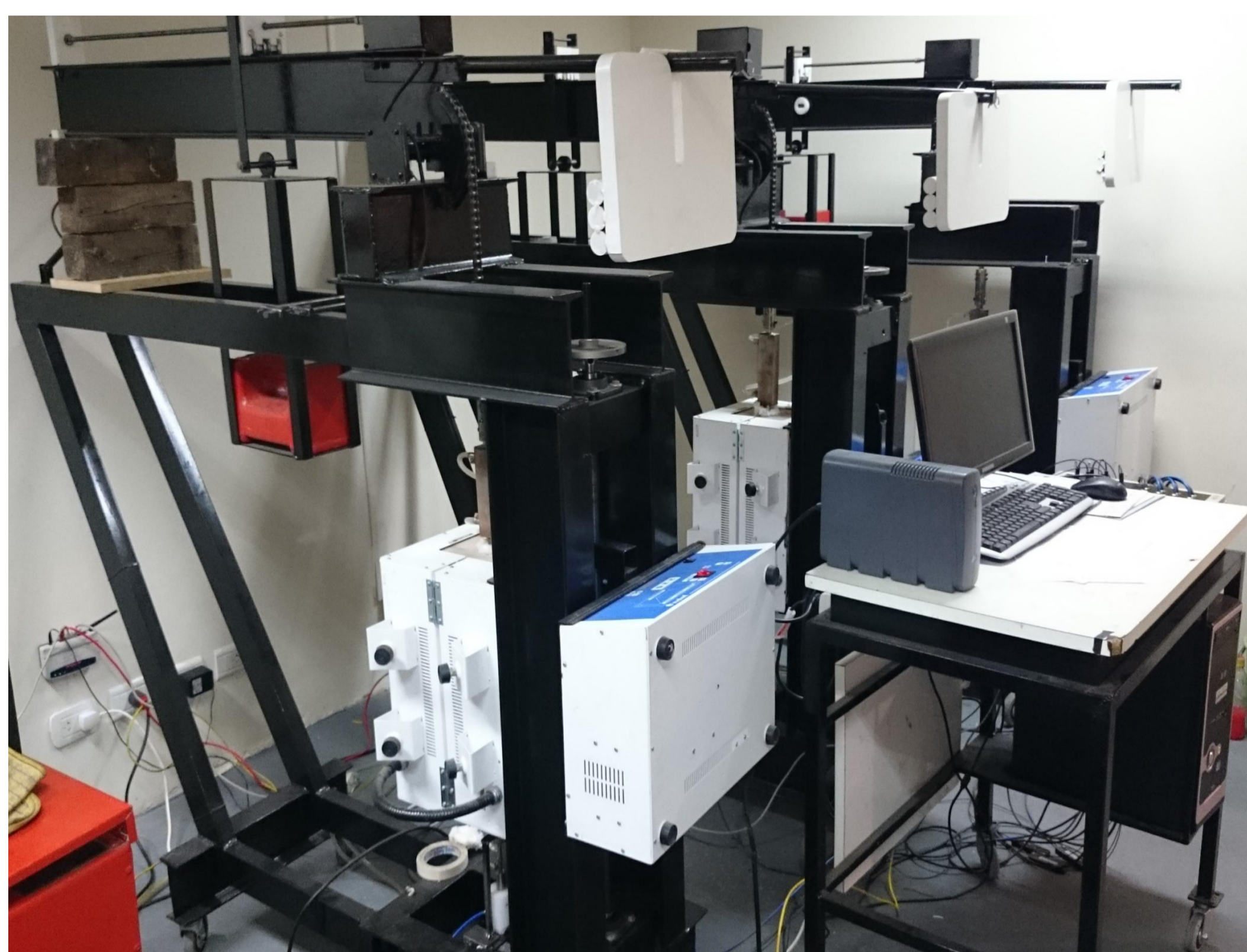


# INTERACCIÓN CREEP-FATIGA DE ACEROS 1Cr-0.5Mo

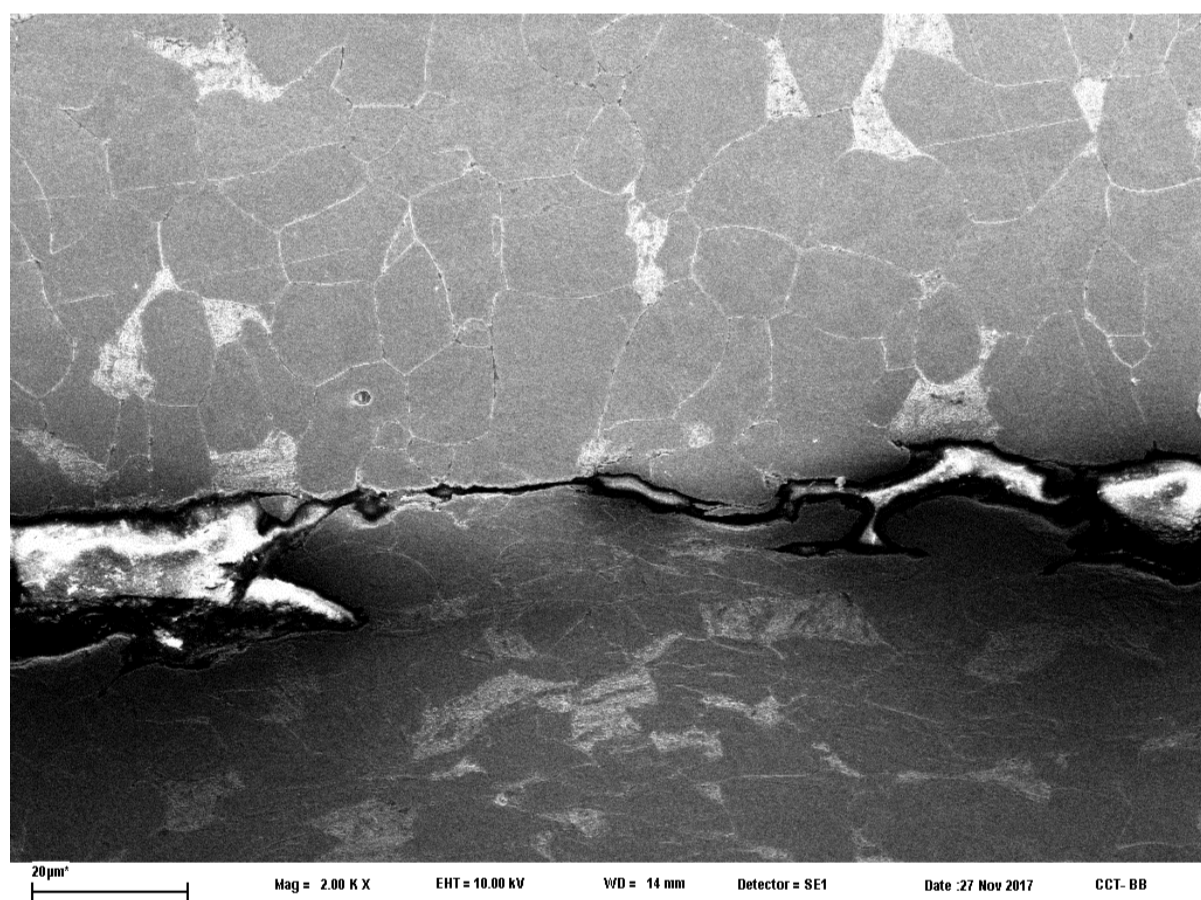
**Alejandro STAFFA<sup>(1)</sup>, Gerardo PENDER<sup>(1)</sup>, René MOLINA<sup>(1)</sup>, Lilian MORO<sup>(1)</sup>**

<sup>(1)</sup> Grupo de Estudios en Materiales (GEMAT), Facultad Regional Bahía Blanca, Universidad Tecnológica Nacional, 11 de Abril 461, Bahía Blanca.

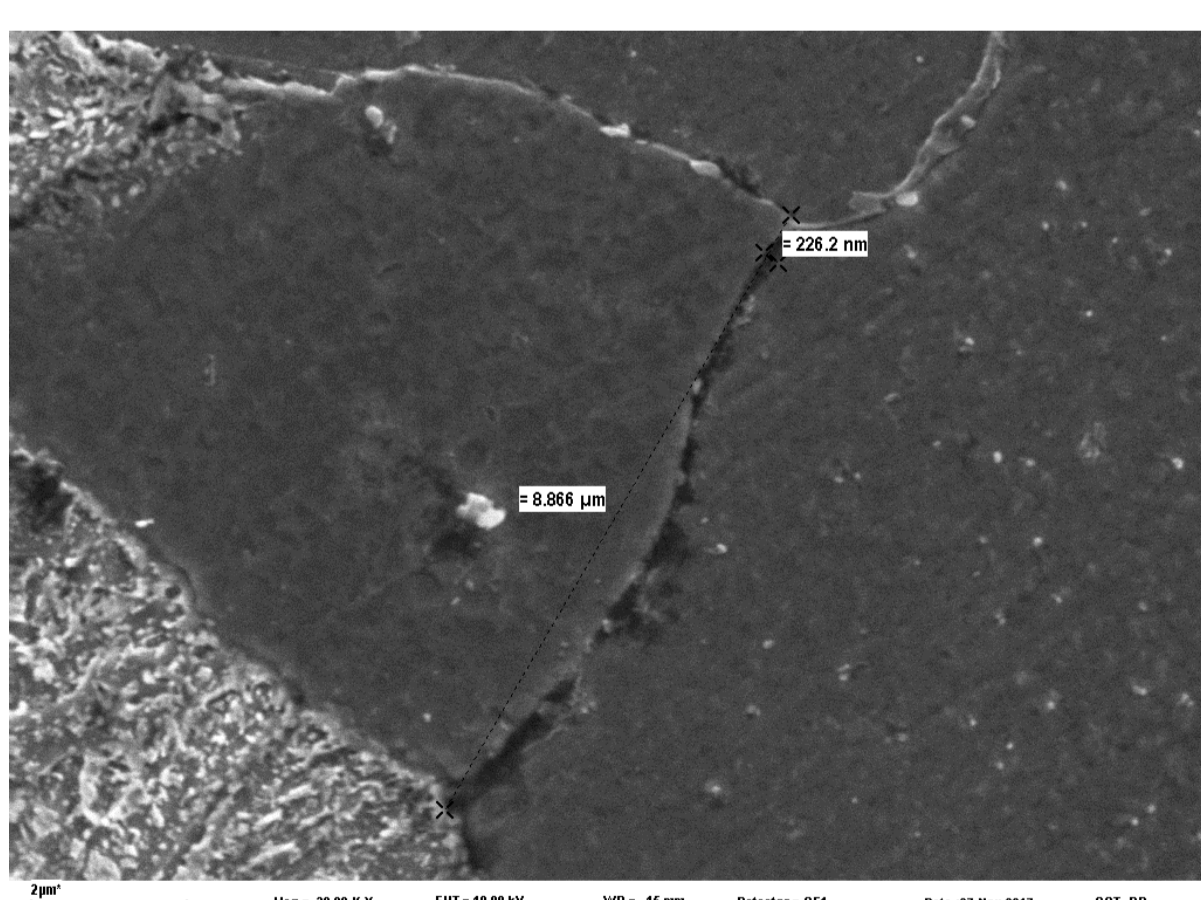
En el presente trabajo se estudia el comportamiento al creep y al creep – fatiga de aceros de baja aleación 1Cr 0,5Mo ASME SA335 P12, que son utilizados en la industria para servicios a altas temperaturas, principalmente en tubos de calderas y en intercambiadores de calor. Se pretende relacionar las propiedades mecánicas y la vida útil a partir de los resultados obtenidos de ensayos de creep y de creep fatiga (sin y con tiempo de permanencia). Los ensayos se realizan a 70 MPa de tensión axial y a 540 °C de temperatura, ya que se considera superior a la temperatura equicohesiva, donde la resistencia del grano es aproximadamente igual a la del borde de grano. Se realizaron ensayos de corta duración, en los que a partir de la velocidad de la etapa secundaria se puede extrapolar la vida útil en casos de larga duración (menor a 5 % para 10000 hs). Los ensayos de creep – fatiga se realizaron con ciclos de tensiones positivas entre 20 y 131 / 168 MPa y en el caso particular de simular una permanencia, quedaron en el pico de máxima tensión durante 30 minutos. En forma simultánea se estudió la microestructura del material en cada caso y se observó, en los casos de interacción creep – fatiga con permanencia, la presencia de gran número de microfisuras y el crecimiento de las mismas que derivan en el deterioro de las propiedades mecánicas del material.



**Maquina de ensayos múltiples de Creep - Fatiga**



Microestructura del acero ensayado a creep-fatiga 20 – 131 MPa y 600 °C s/p. Se observa microfisura intergranular (SEM 20000 X).



Microestructura del acero ensayado a creep-fatiga 20 – 131 MPa y 600 °C. c/p 30'. Se observan microfisuras intergranulares y cavidades de creep (SEM 2000 X).

20 - 168 MPa 600 °C		Creep	Creep - Fatiga	
			Sin permanencia	Con permanencia
Duración	hs	252	3	7
	s	907400	10900	26400
Nº de ciclos	N	---	22	15
é	%/h	0,00329	0,063	1,57
e	%	9,6	0,90	11,3
Rotura		Sí, dúctil tipo copa y cono		

Solicitud	σ	T	Duración	Rotura
	MPa	°C	hs	
Creep	168	600	251	Sí
Creep-Fatiga	20 - 168	600	3	Sí
Creep-Fatiga c/p 30'	21 - 168	600	7	Sí
Creep	131	600	554	Sí
Creep-Fatiga	20 - 131	600	9	Sí
Creep-Fatiga c/p 30'	21 - 131	600	9	Interumpido
Creep	70	540	> 2000	En curso

**Normas utilizadas: ASTM 139-11 Creep y ASTM 2714-13 Creep-Fatiga**

## Conclusiones:

La inexistencia de cambios micro estructurales tal como la globulización que permita relacionarlos con el ablandamiento es coherente con el corto tiempo de ensayo. Verificado el ablandamiento por fatiga, que produce un significativo aumento de la velocidad mínima de creep, podría explicarse por la generación de defectos puntuales que deja parcialmente el metal, permitiendo el trepado de dislocaciones fuera del plano de deslizamiento. Puede asegurarse entonces, que los ciclos de fatiga, particularmente los primeros, modifican significativamente la velocidad mínima de creep y en consecuencia, reducen la vida útil del componente.

Si bien se considera a priori baja la probabilidad de ocurrencia, tampoco puede descartarse sobrecargas en servicio que produzcan los efectos antes mencionados, es decir, ablandamiento con pocos ciclos y aumento de la velocidad mínima de creep que conlleven a la reducción de la vida útil del material. Es esta la razón que dará continuidad a los estudios presentados.