

## Experiencia en el uso de polímeros de enfriamiento para el horno de temple Sauder.

Marcelo J Angeletti.  
Aceros Angeletti, Planta Burzaco.  
Buenos Aires, Argentina  
mjangeletti@hotmail.com

### Introducción

Horno Sauder con capacidad de barras de hasta 10.300 mm de largo y 9,5 Tn. Con batea de 130.000 litros máximo con agitación, de acentuada a violenta, generada por 4 agitadores individuales de 20HP c/u. El polímero utilizado en el baño actual es polyAlkylene Glycol (PAG) de origen americano. La mezcla del baño data del año 1994.

Polímero en stock 40 tambores de PAG Americano (Puro 47,6 brix.) con fecha de fabricación 17/03/93. El método más utilizado por la mayoría de los talleres de tratamientos térmicos para conocer el porcentaje de polímero en el baño es el refractómetro portátil, cuya unidad de medida son los grados brix.

La concentración y el índice de refracción tienen una relación lineal. Este índice puede ser afectado significativamente por contaminantes (sólidos o líquidos). Sin embargo la degradación del baño no produce errores significativos. Igualmente hay que tener en cuenta que éste método no es 100 % seguro.



## **Desarrollo**

Inicio de la experiencia: Mayo de 2009.

Después de la puesta en marcha del horno y con problemas graves de fisuras producidas durante el temple, se inicia un estudio para establecer el estado del polímero de temple. Este se encuentra formando una solución heterogénea, formada por agua y polímero por un lado y con una capa muy densa (de aprox. 50mm) de polímero degradado y aceite hidráulico. Se puede observar que el olor emitido por el baño indica que un porcentaje del mismo esta en estado de descomposición.

Se agita el baño y se extrae una muestra que es controlada con un refractómetro, obteniendo una lectura de 5,8 brix, equivalente a un 12,2 % de concentración.

En forma casi instantánea se vuelve a formar la capa espesa en la superficie. Se pide colaboración a la empresa Volpor, retirando muestras para hacer pruebas de laboratorio y recomiendan hacer una limpieza del baño.

Simultáneamente con el proceso de limpieza se eleva la temperatura del baño a 70 oC y con una agitación de 2 hs diarias, se eliminan los microorganismos que producían la descomposición (en general bacterias anaeróbicas y hongos). Además se habilitan los filtros centrífugos, para eliminar todas las partículas en suspensión.

Para el mes de Julio de 2009, ya se tiene el baño limpio, y se extrae una muestra obteniendo una lectura de 2,6 brix, que equivale a un porcentaje de 5,46% real del baño (extremadamente bajo para los procesos de temple que se realizan en la empresa).

Para elevar el porcentaje, se agregan 36 tambores (7.380 litros) de los 40 que se tenían en stock, ya que 4 de estos estaban en mal estado.

Se eleva el porcentaje a 14,3% (6,8 brix) con un volumen total de 90.000 litros (13.000 litros de polímero y 77.000 litros de agua.)

Los estudios realizados por Volpor indican que el polímero en uso es compatible con el polímero Jiardh (Tetra Acrilato No Iónico.)

Se adquiere una partida de 5.000 litros de Polímero Jiardh. Al analizar dicho polímero, nos encontramos con que en estado puro mide en promedio 6,8 brix y que al ser mezclado con el baño, no varía en absoluto los grados brix del mismo, obteniendo un baño con 20% de Polímero (18.000 litros de polímero y 72.000 litros de agua) que dan una medición de 6,8 brix.

Se logra para fines de Agosto de 2009 un baño de 90.000 litros homogéneo, con un 20% de polímero, pero con el inconveniente que ya no se puede controlar el porcentaje mediante la medida de los grados brix. A partir de este momento, se controla solo en forma teórica, teniendo en cuenta la cantidad en litros del polímero agregado y el volumen total del baño.

En el mes de Noviembre de 2009, notamos que algunas muestras del polímero americano tomadas de los tambores de stock y mezcladas en distintos porcentajes con agua se degradaban, pero sin formar una capa superficial, sino formando un fluido espeso y oscuro en suspensión dentro de la muestra.

En diciembre del mismo año, se agregan 2.000 litros de polímero y 8.000 litros de agua para elevar el baño a 100.000 litros.

Durante el mes de enero de 2010 y después de varios temple, se nota la formación de una nueva capa de polímero degradado, teniendo que repetir todo el proceso de limpieza. El problema que esto acarrea es que ya no se tiene noción real del porcentaje del baño.

Tomando la experiencia del horno en la planta de la Tablada, se presume que el consumo de polímero es de aproximadamente 150 litros por mes. Se agregan por lo tanto al baño 800 litros de polímero Jiard, para equiparar la degradación.

Se hacen pruebas de calentamiento para ver si hay separación de fases o degradación por temperatura y se obtienen los resultados descriptos a continuación.

## Resultados obtenidos



Polímero Americano al 14.3%  
 Muestra del baño proveniente de Tablada  
 Se inicia separación de fases a los 83oC.  
 Las fases vuelven a disolverse solamente con mucha agitación.  
 Punto de ebullición de 100oC.  
 Se forma en la superficie una delgada capa oscura que no desaparece al enfriarse.



Polímero Jiardh al 15%.  
 No se aprecia separación de fases por temperatura.  
 Punto de ebullición a 100oc.  
 No varía el estado respecto al inicio después del enfriamiento.



Una forma posible para controlar el baño, es trazar su curva de enfriamiento y compararla con curvas de polímeros de porcentajes conocidos.  
 Esto fue planteado al personal de Volpor, la cual nos facilito su laboratorio móvil. Se adaptó el laboratorio para simular de manera más precisa el enfriamiento en el horno Sauder.

Para Julio de 2010, se empezó con pruebas y trazado de curvas utilizando probetas de Ø 25 x 100 mm; Ø 17 x 65 mm. y Ø 13 x 50 mm. Se simularon



las mismas condiciones para cada ensayo.

La temperatura del baño durante los ensayos de polímero fue de 60°C, la del agua de 40°C y la del aceite de 24°C y se mantuvieron constantes a lo largo de todo el ensayo al igual que la agitación.

Con las probetas de Ø 17 x 65 mm se hicieron controles de dureza en cada medio de enfriamiento



El ensayo se inicia con la carga de los datos en el programa FieldChart, que trazará luego cada curva. FieldChart es un software para Windows que permite la comunicación y tratamiento de los datos relevados en el equipo Provisto por Volpor.



Se continúa con la extracción de la probeta a una temperatura de 850°C



La probeta se coloca luego en la base de enfriamiento controlado y se deja en ella mientras el sistema traza la curva.



Software de Volpor

**Medios ensayados**

Agua

Polímero en uso (mezcla Americano/JIARDH)

Polímero al 10% JIARDH VOLPOR Software de Volpor

Polímero al 20% JIARDH VOLPOR

Polímero al 30% JIARDH VOLPOR

Aceite de temple

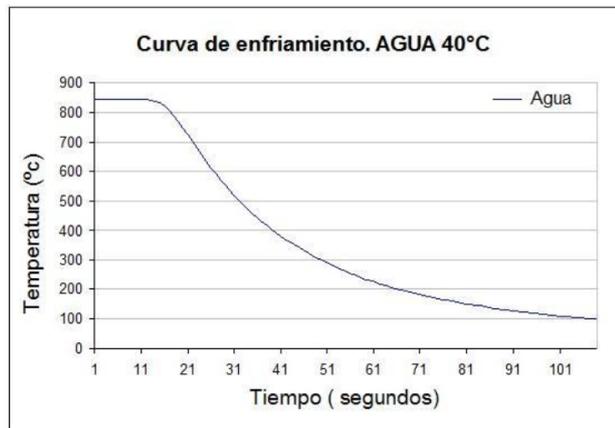


Gráfico 1:  
Curva de enfriamiento en agua a 40°C

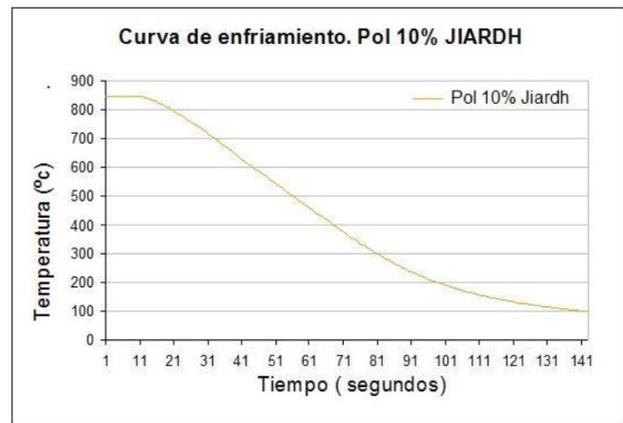


Gráfico 2:  
Curva de enfriamiento en el polímero 10% Jiardh a 60°C



Gráfico 3:  
Curva de enfriamiento en el polímero 20% Jiardh a 60°C

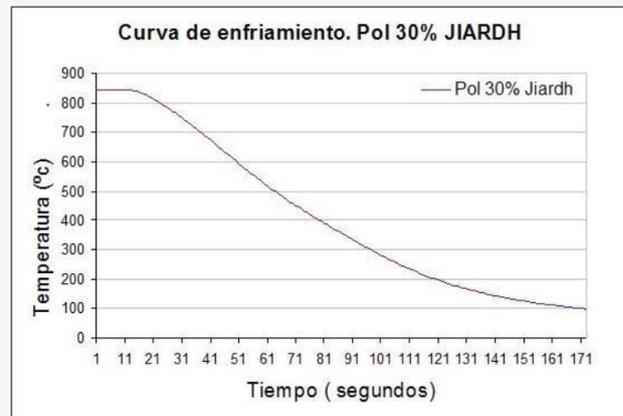


Gráfico 4:  
Curva de enfriamiento en el polímero 30% Jiardh a 60°C

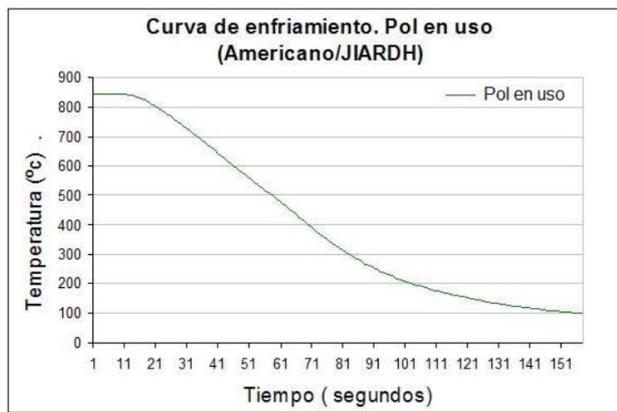


Gráfico 5:  
Curva de enfriamiento en el polímero en uso a 60°C

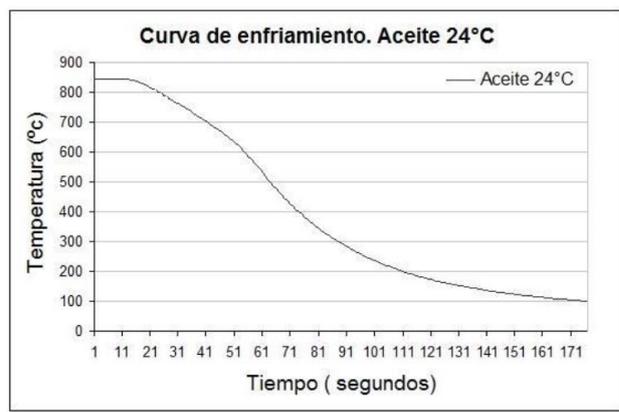


Gráfico 6:  
Curva de enfriamiento en aceite de temple a 24°C

Se superponen las curvas en un solo gráfico para poder visualizar el estado

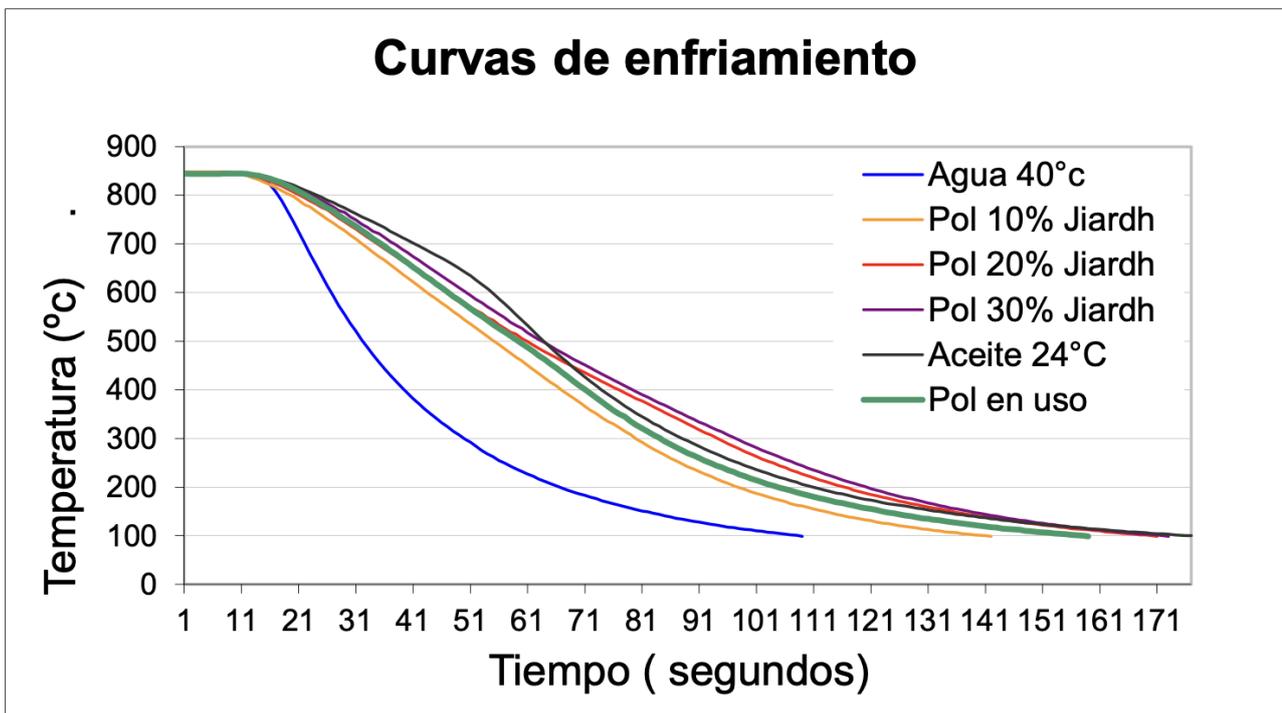


Gráfico 7. Describe la comparación de las diferentes curvas de enfriamiento realizadas.

de nuestro polímero después de los tratamientos realizados.

Se puede apreciar en el grafico 7 que el polímero en uso, durante la primera etapa de la curva de enfriamiento hasta los 600oc acompaña la curva de enfriamiento del polímero JIARDH al 20%.

Durante la segunda etapa de la curva y hasta los 300oc se mantiene entre las curvas de polímero JIARDH 10% y 20%

Por último durante la tercera etapa, la curva se mantiene paralela a la línea del polímero JIARDH 20% evitando las distorsiones en esta etapa del enfriamiento. Con éste porcentaje de polímero logramos templar calidades

como: SAE 4140; 4145; 4340; 6150; 1045, y agregando agua al baño para variar su concentración a 15%, también templamos SAE 1030; 4130 sin inconvenientes, con medidas que van desde Ø 37mm a Ø 615 mm.

### Probetas de dureza

Acero ensayado SAE 4140 (Probeta de Ø 17 x 65 mm)

C	Mn	Si	P	S	Cr	Mo
0.41	0.91	0.26	0.022	0.016	0.92	0.17

Medio de enfriamiento	Dureza
Polímero en usa (Mezcla)	55.5 HRC
Polímero JIARDH 10%	59.5 HRC (Aparición de fisuras)
Polímero JIARDH 20%	55 HRC
Polímero JIARDH 25%	53 HRC

La dureza de temple para este acero esta dentro de los parámetros esperados en las condiciones que se realizo el ensayo (table 14/15 Cooling Rate Data Ucon Quenchant).

### Conclusión

Después de realizar las curvas de enfriamiento y los ensayos de dureza de temple podemos concluir que:

- el polímero en uso se encuentra en un valor cercano al 20% de concentración requerido para el temple de los materiales tratados habitualmente en este horno
- Se podrán tratar una amplia variedad de materiales sin tener que sacrificar propiedades metalúrgicas.
- Habrá que prever para un futuro cercano un cambio total del baño debido a la degradación constante que tiene el templante americano antiguo.
- Gran versatilidad de uso con el polímero JIARDH de VOLPOR S.A.

Se le agradece la colaboración a Volpor S.A., al asesor metalúrgico Jorge Gutiérrez y a la lic. Sandra M Lelli.

### Bibliografía consultada

-Importance of quench bath maintenance. *G.E.Totten and G.M. Webster Union Carbide Corporation.*



**VOLPOR** S.A.

- Estudio comparativo de medios de enfriamiento para el temple de aceros aleados. *Dr.C. Francisco Luis Hernández Arias. Departamento de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería, Universidad de Holguín. Holguín, Cuba. - Hoja Técnica Polímero de temple JIARD Volpor S.A.*
- Cooling curve analysis of polymer quenchants *L.M. Jarvis<sup>1</sup>, G.M. Webster<sup>2</sup> and G.E. Totten Tenaxol Inc., Milwaukee, WI, USA*