

## Capítulo 5

# Resultados Obtenidos

En este capítulo se presentan los casos estudiados con las gráficas con el comportamiento del desgaste frente a la fricción.

En este capítulo se ofrecen los valores de los puntos utilizados para las simulaciones y las gráficas obtenidas del desgaste en función de la fricción, una vez filtrados los datos, de la forma que se indica en la sección 4.2 Metodología aplicada.

Los datos de salida de las simulaciones, esto es, los datos de los valores en cada paso de carga para los 4 puntos de estudio para cada valor del coeficiente de fricción, se encuentran en el Anexo III, por motivos de comodidad para el lector y claridad en la exposición. Es en el mencionado Anexo donde se pueden consultar los datos de los casos expuestos a continuación.

### 5.1. Aceros

A continuación se presentan los resultados obtenidos de los casos de aceros.

#### 5.1.1. Caso 1: Acero AISI 1013

Los puntos de estudio son los siguientes:

Puntos	Posición	
	X	Y
1	6.01007	0.90294
2	6.01998	0.90001
3	6.00329	0.96109
4	6.00902	1.02659

Figura 5.1: Puntos de estudio de AISI 1013.

De ahora en adelante, por no repetir innecesariamente la información, se toman estos

datos por defecto.

Los puntos se pueden ver en la siguiente figura:

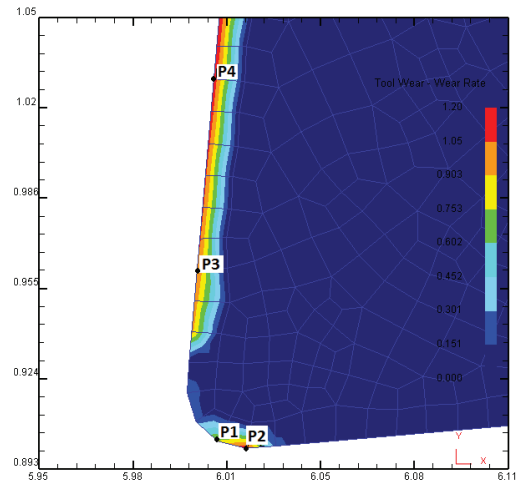


Figura 5.2: Puntos de estudio sobre la herramienta en caso AISI 1013.

A partir de ahora no se incluirá la gráfica de los puntos, ya que la localización de los mismos es idéntica en todos los casos que comparten puntos de estudio.

Los resultados obtenidos sobre el desgaste en función de la fricción se presentan en las siguientes figuras, primero los puntos 1 y 2 que pertenecen a la zona de desgaste de flanco:

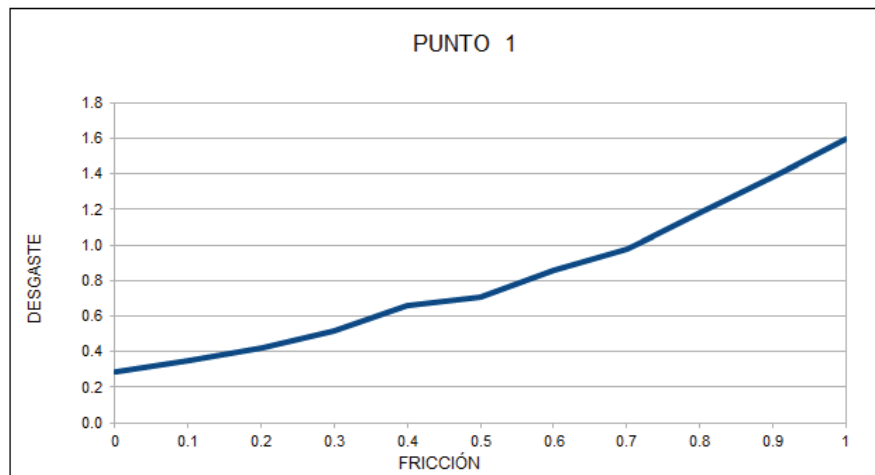


Figura 5.3: Resultados: Gráfica desgaste-fricción del punto 1 del acero AISI 1013.

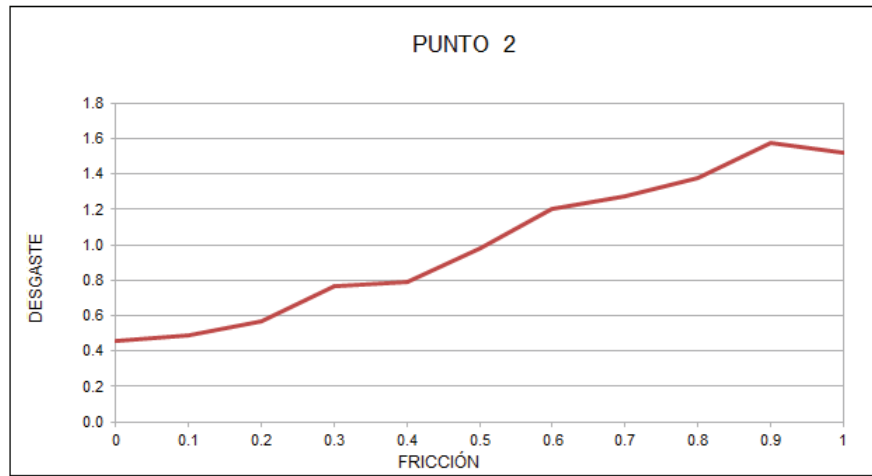


Figura 5.4: Resultados: Gráfica desgaste-fricción del punto 2 del acero AISI 1013.

Las siguiente figuran detallan el comportamiento del desgaste de tipo cráter:

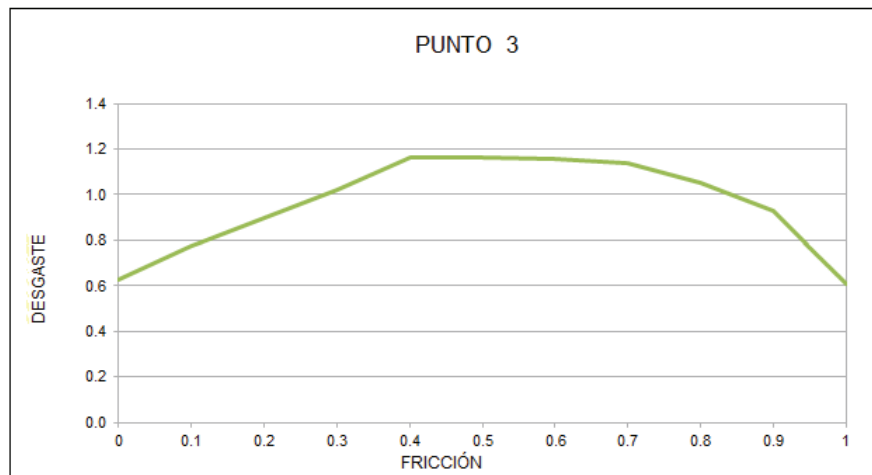


Figura 5.5: Resultados: Gráfica desgaste-fricción del punto 3 del acero AISI 1013.

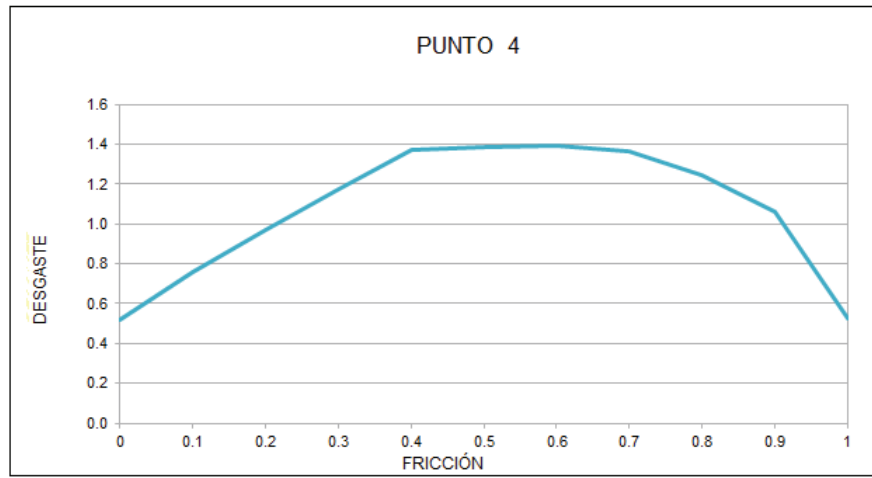


Figura 5.6: Resultados: Gráfica desgaste-fricción del punto 4 del acero AISI 1013.

El coste computacional del conjunto del caso fue de 9 horas y 20 minutos.

### 5.1.2. Caso 2: Acero AISI 1020

Los resultados obtenidos se presentan en las siguientes figuras, primero las zonas de desgaste de flanco:

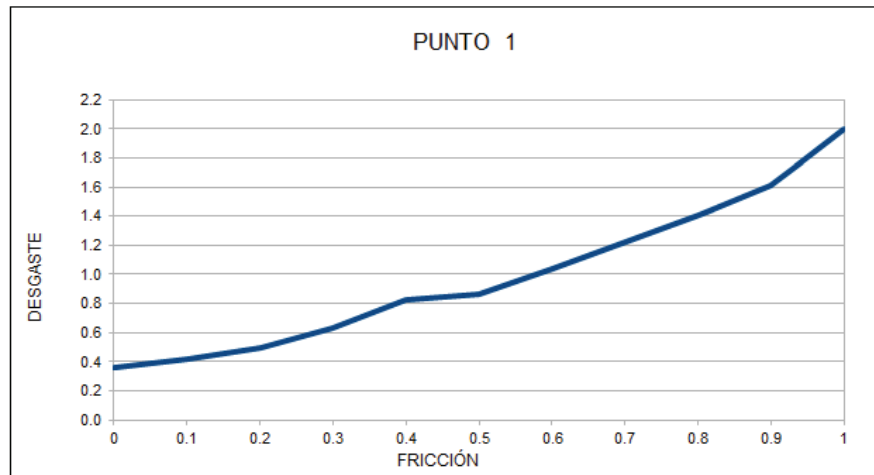


Figura 5.7: Resultados: Gráfica desgaste-fricción del punto 1 del acero AISI 1020.

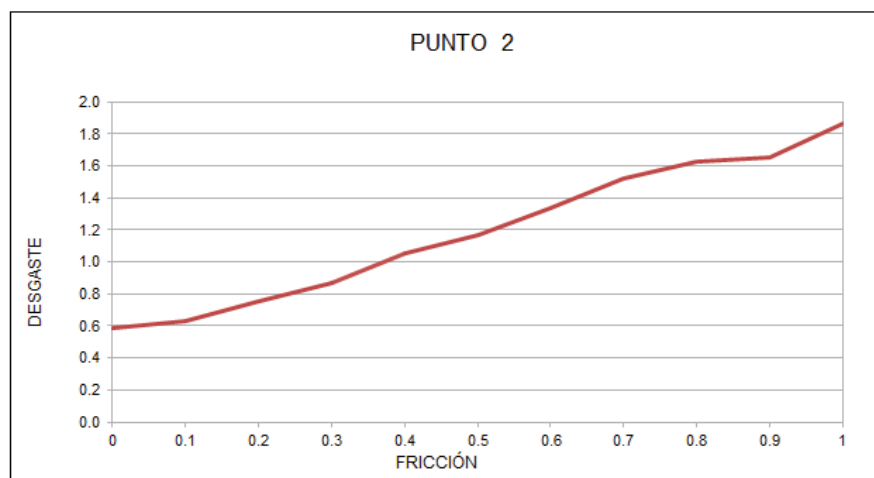


Figura 5.8: Resultados: Gráfica desgaste-fricción del punto 2 del acero AISI 1020.

Se presentan a continuación las gráficas de desgaste de cráter:

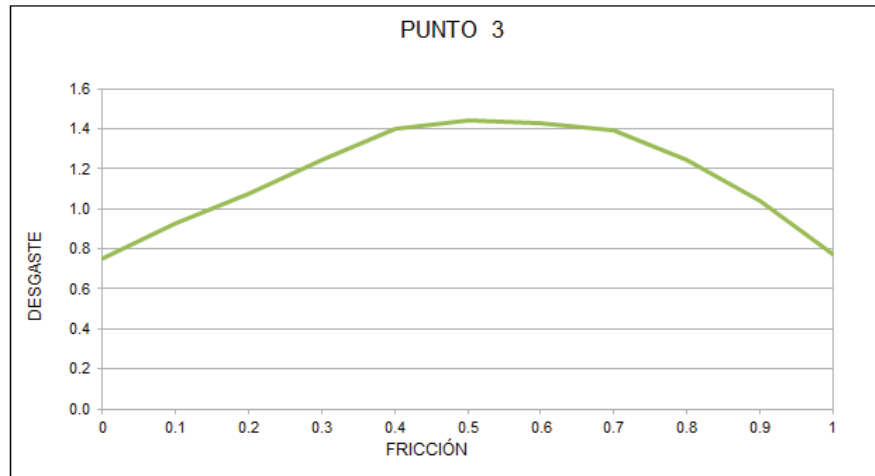


Figura 5.9: Resultados: Gráfica desgaste-fricción del punto 3 del acero AISI 1020.

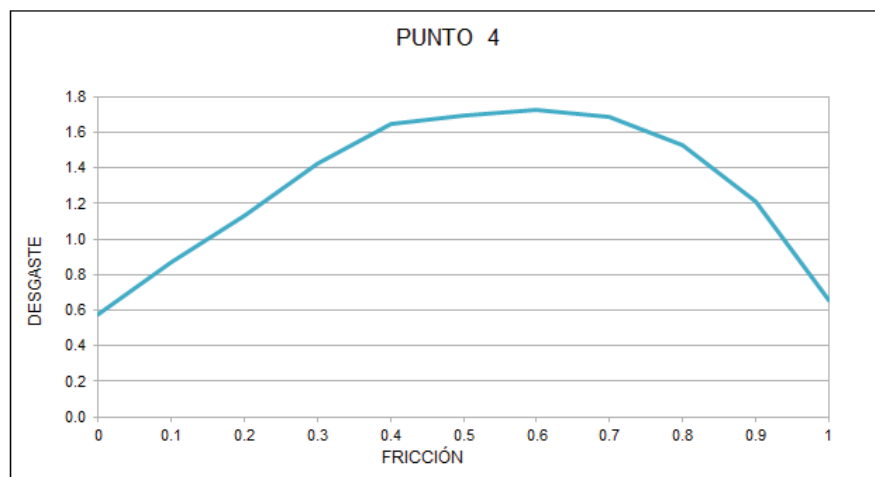


Figura 5.10: Resultados: Gráfica desgaste-fricción del punto 4 del acero AISI 1020.

El coste en tiempo de computación del caso fue de 9 horas y 25 minutos.

### 5.1.3. Caso 3: Acero AISI 1025

Los resultados obtenidos se presentan en las siguientes figuras, primero las zonas de desgaste de flanco:

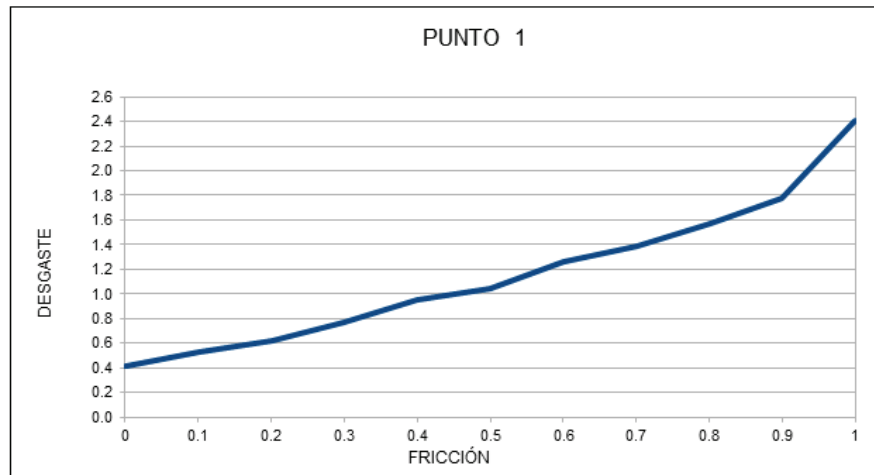


Figura 5.11: Resultados: Gráfica desgaste-fricción del punto 1 del acero AISI 1025.

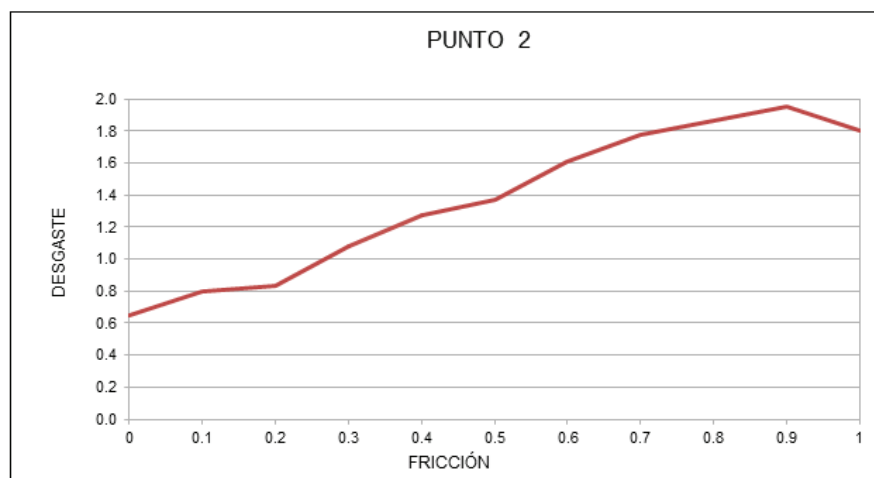


Figura 5.12: Resultados: Gráfica desgaste-fricción del punto 2 del acero AISI 1025.

Se presentan a continuación las gráficas de desgaste de cráter:

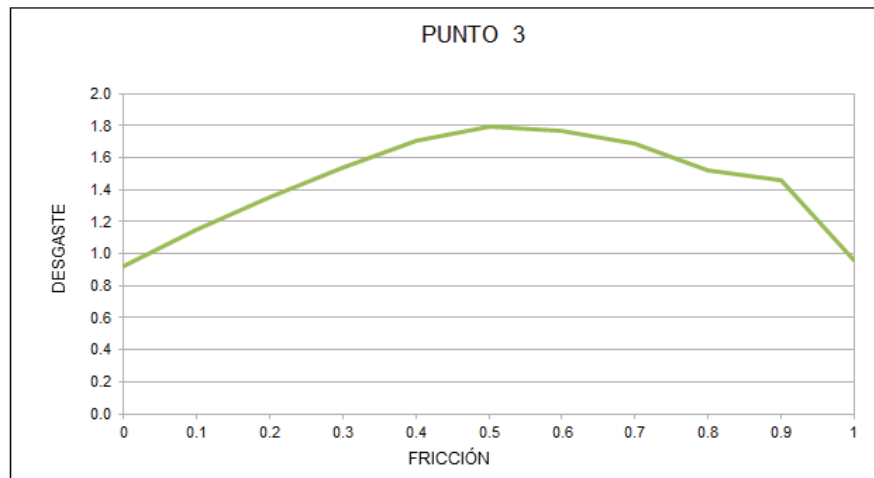


Figura 5.13: Resultados: Gráfica desgaste-fricción del punto 3 del acero AISI 1025.

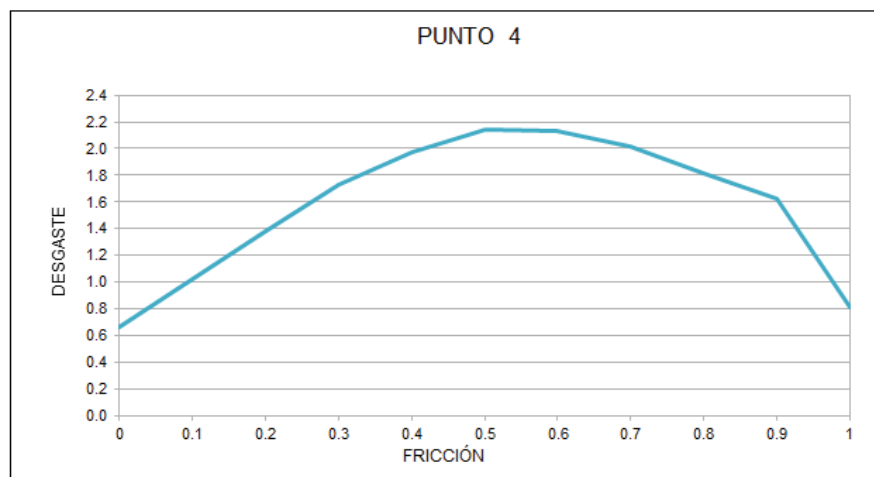


Figura 5.14: Resultados: Gráfica desgaste-fricción del punto 4 del acero AISI 1025.

El total de tiempo consumido para el caso en términos de computación fue de 8 horas y 20 minutos.



#### 5.1.4. Caso 4: Acero AISI 1030

Los resultados obtenidos se presentan en la siguiente figura:

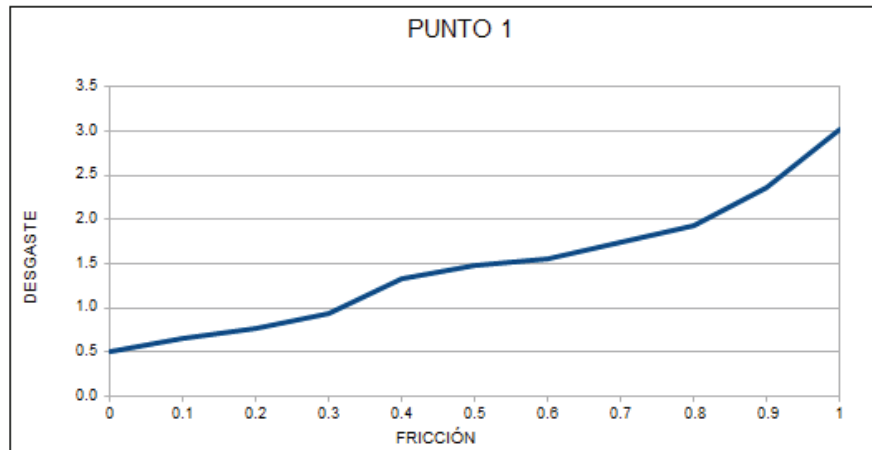


Figura 5.15: Resultados: Gráfica desgaste-fricción del punto 1 del acero AISI 1030.

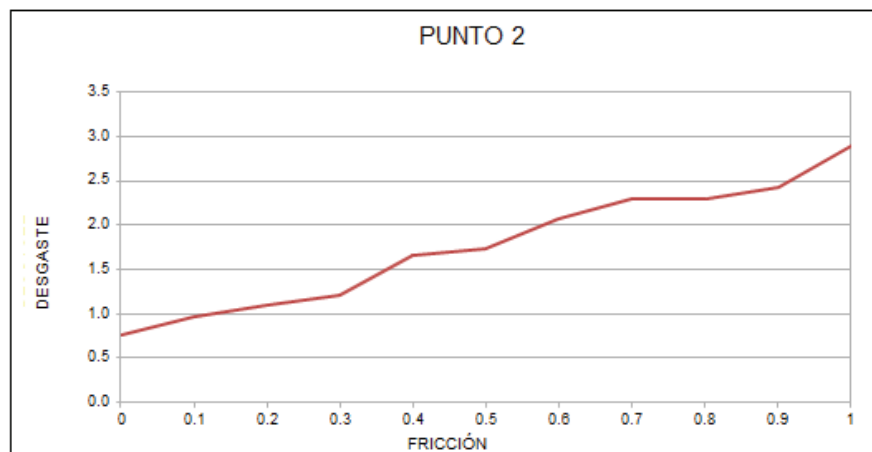


Figura 5.16: Resultados: Gráfica desgaste-fricción del punto 2 del acero AISI 1030.

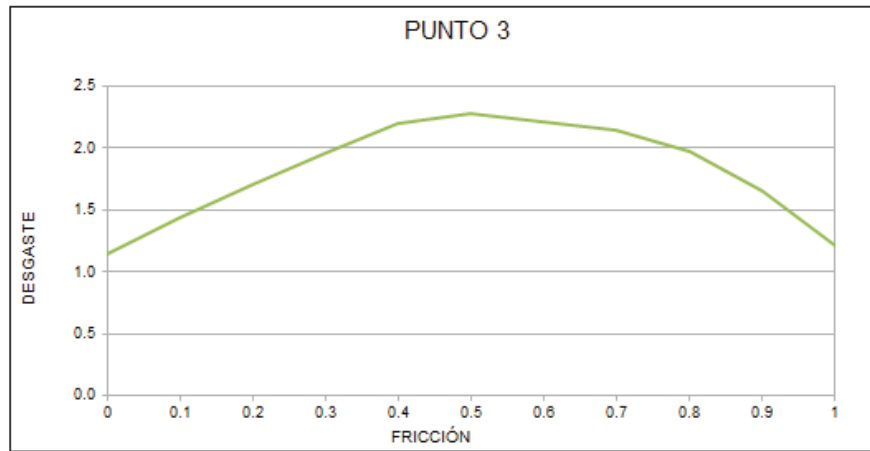


Figura 5.17: Resultados: Gráfica desgaste-fricción del punto 3 del acero AISI 1030.

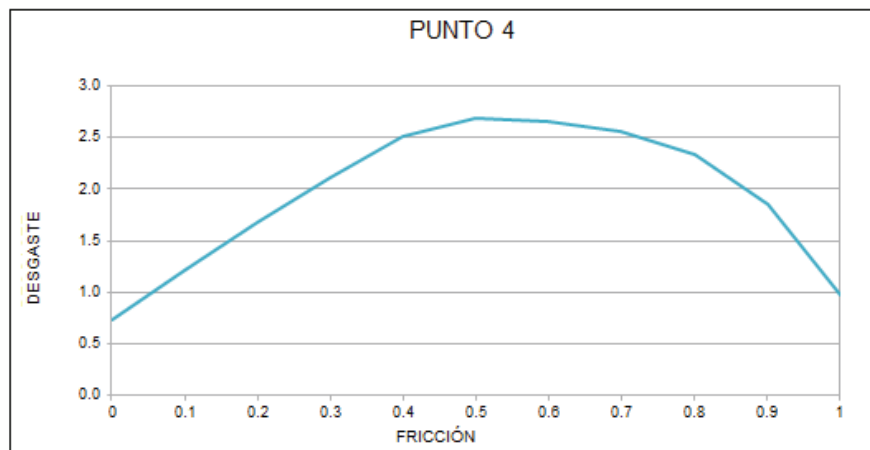


Figura 5.18: Resultados: Gráfica desgaste-fricción del punto 4 del acero AISI 1030.

El caso consumió unas 10 horas de computación en total.

**5.1.5. Caso 5: Acero AISI 1045**

Los resultados obtenidos se presentan en las siguientes figuras, primero las zonas de desgaste de flanco:

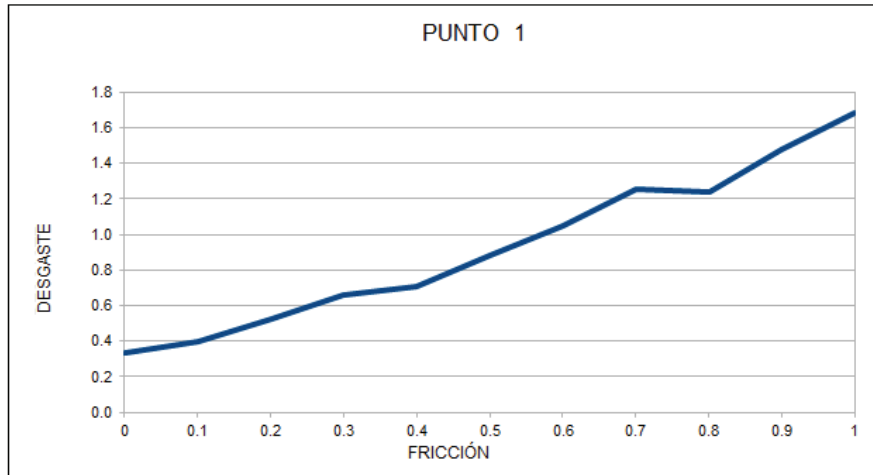


Figura 5.19: Resultados: Gráfica desgaste-fricción del punto 1 del acero AISI 1045.

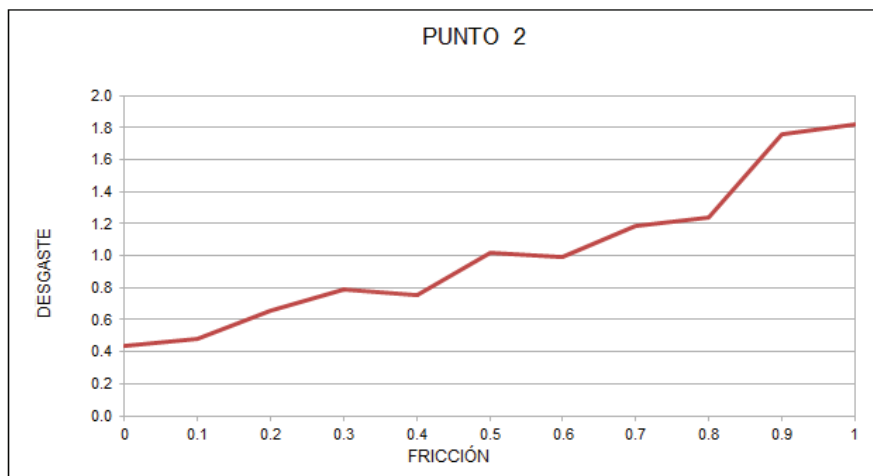


Figura 5.20: Resultados: Gráfica desgaste-fricción del punto 2 del acero AISI 1045.

Se presentan a continuación las gráficas de desgaste de cráter:

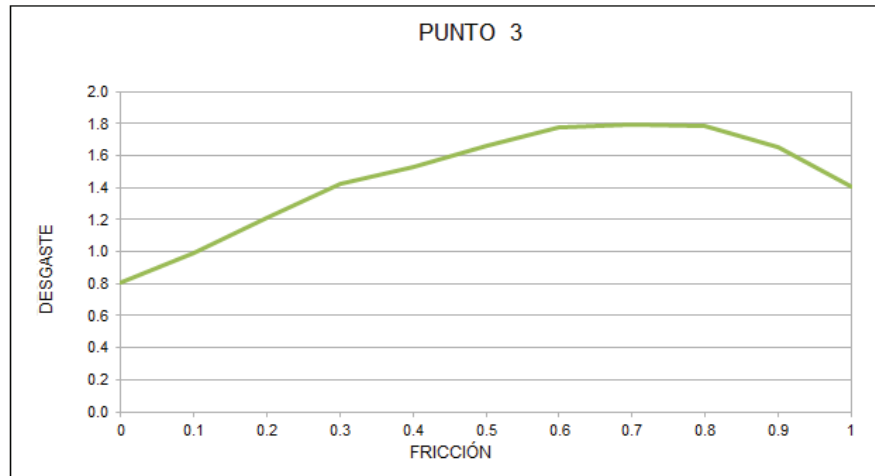


Figura 5.21: Resultados: Gráfica desgaste-fricción del punto 3 del acero AISI 1045.

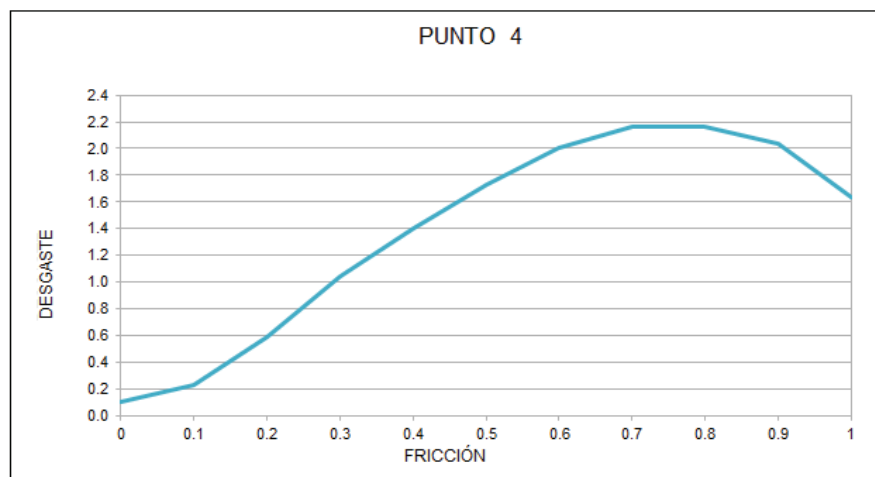


Figura 5.22: Resultados: Gráfica desgaste-fricción del punto 4 del acero AISI 1045.

El total de tiempo consumido para el caso en términos de computación fue de aproximadamente 11 horas.

### 5.1.6. Caso 6: Acero AISI 4140

Los resultados obtenidos se presentan en las siguientes figuras, primero las zonas de desgaste de flanco:

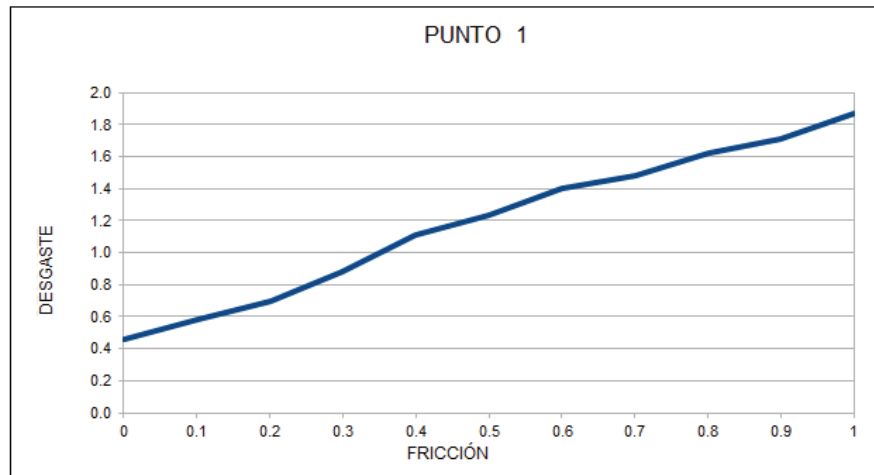


Figura 5.23: Resultados: Gráfica desgaste-fricción del punto 1 del acero AISI 4140.

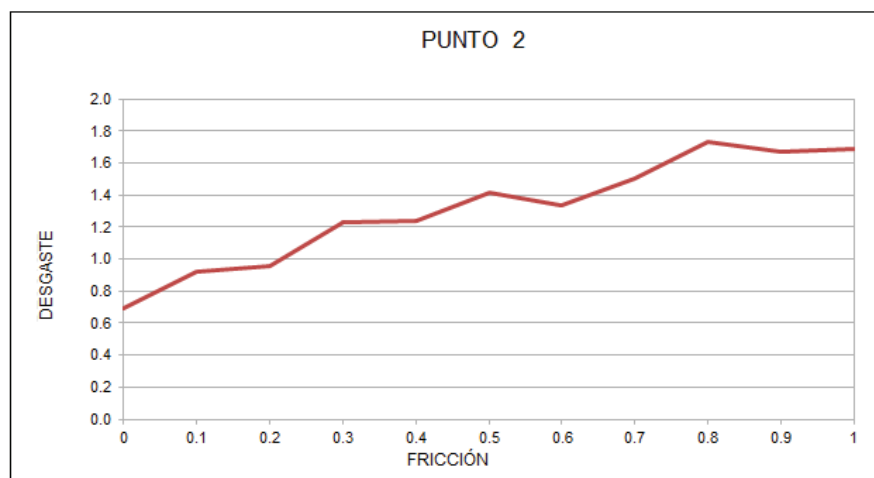


Figura 5.24: Resultados: Gráfica desgaste-fricción del punto 2 del acero AISI 4140.

Se presentan a continuación las gráficas de desgaste de cráter:

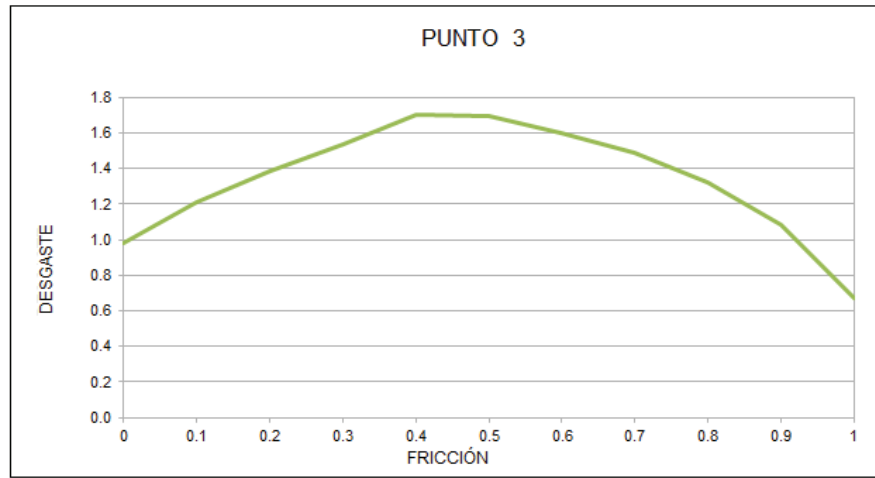


Figura 5.25: Resultados: Gráfica desgaste-fricción del punto 3 del acero AISI 4140.

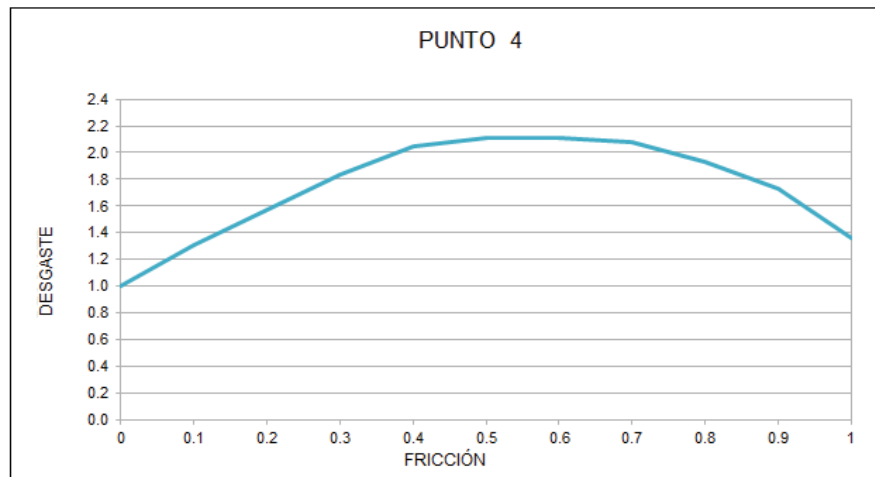


Figura 5.26: Resultados: Gráfica desgaste-fricción del punto 4 del acero AISI 4140.

El total de tiempo consumido para el caso en términos de computación fue de aproximadamente 9 horas 45 minutos.

### 5.1.7. Caso 7: Acero AISI 4340

Los resultados obtenidos se presentan en las siguientes figuras, primero las zonas de desgaste de flanco:

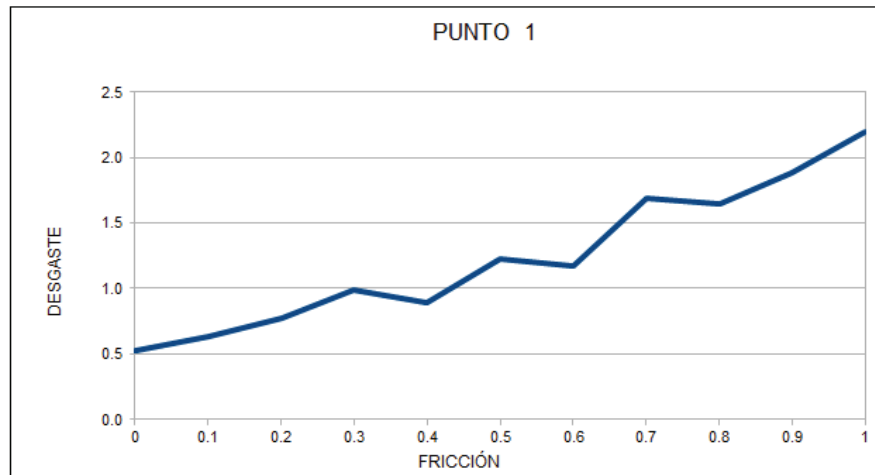


Figura 5.27: Resultados: Gráfica desgaste-fricción del punto 1 del acero AISI 4340.

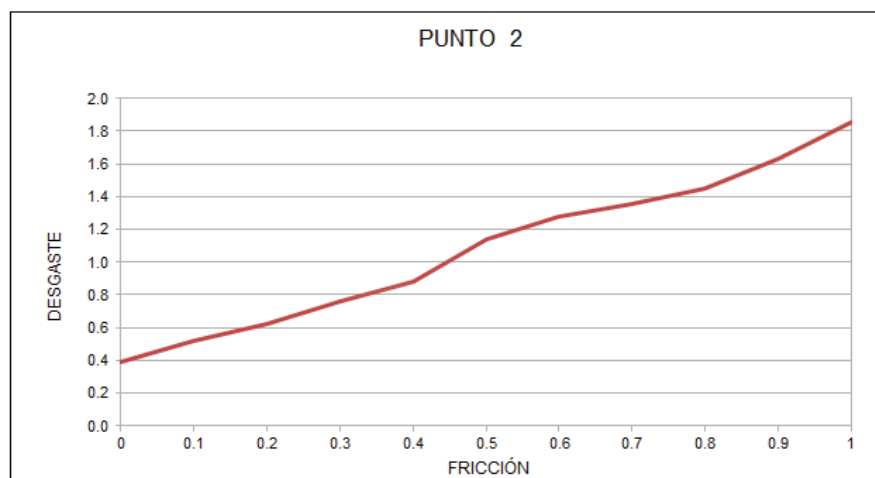


Figura 5.28: Resultados: Gráfica desgaste-fricción del punto 2 del acero AISI 4340.

Se presentan a continuación las gráficas de desgaste de cráter:

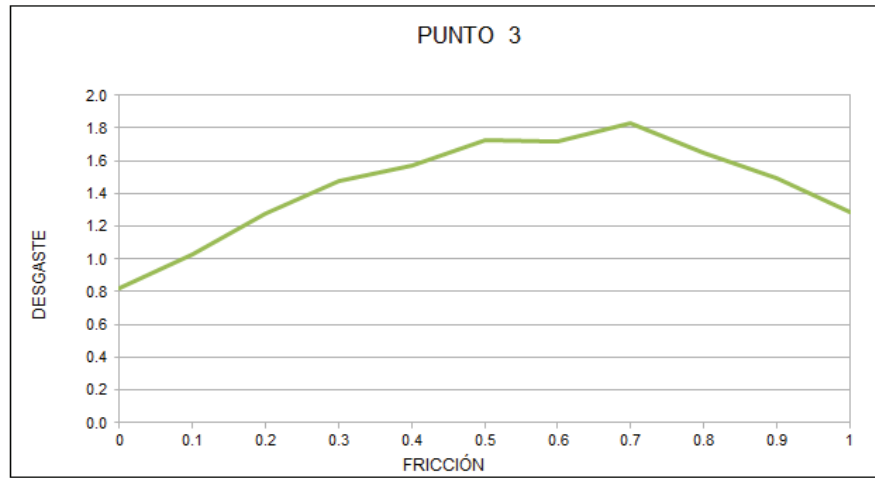


Figura 5.29: Resultados: Gráfica desgaste-fricción del punto 3 del acero AISI 4340.

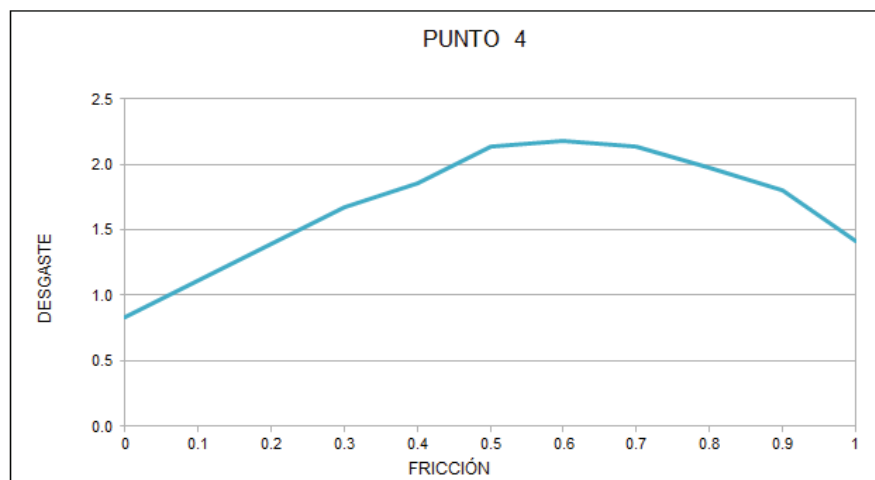


Figura 5.30: Resultados: Gráfica desgaste-fricción del punto 4 del acero AISI 4340.

El total de tiempo consumido para el caso en términos de computación fue de aproximadamente 10 horas 50 minutos.



### 5.1.8. Caso 8: Acero ASTM A533B

Los resultados obtenidos se presentan en las siguientes figuras, primero las zonas de desgaste de flanco:

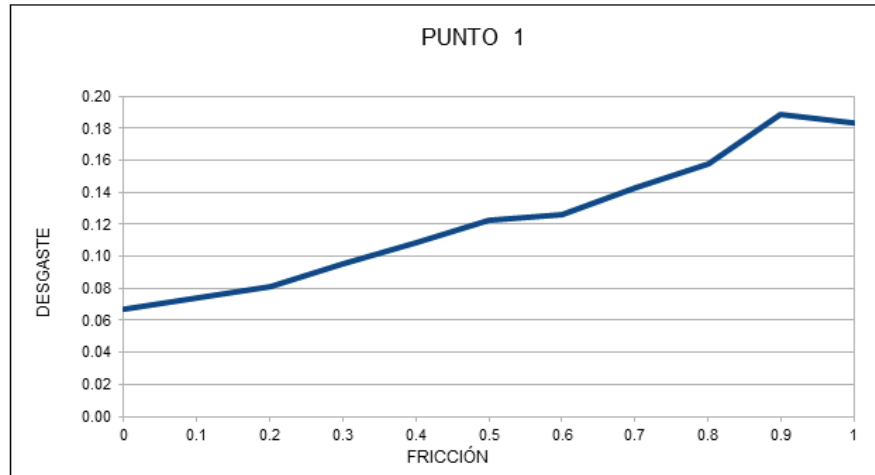


Figura 5.31: Resultados: Gráfica desgaste-fricción del punto 1 del acero A533B.

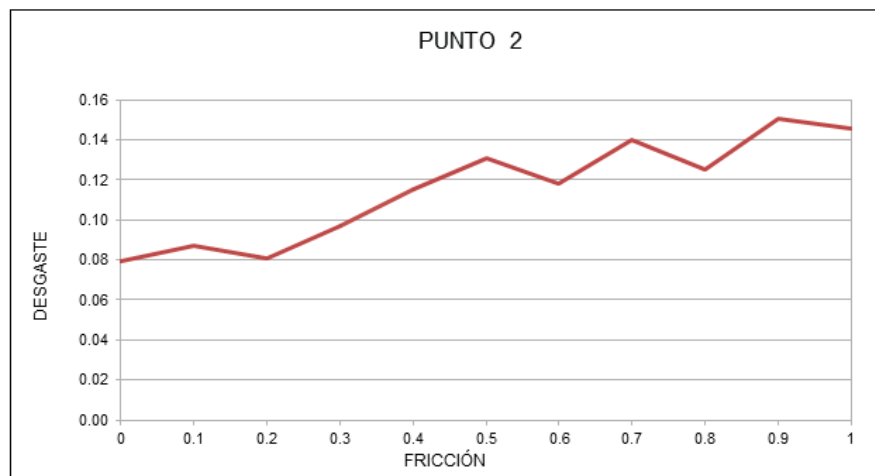


Figura 5.32: Resultados: Gráfica desgaste-fricción del punto 2 del acero A533B.

Se presentan a continuación las gráficas de desgaste de cráter:

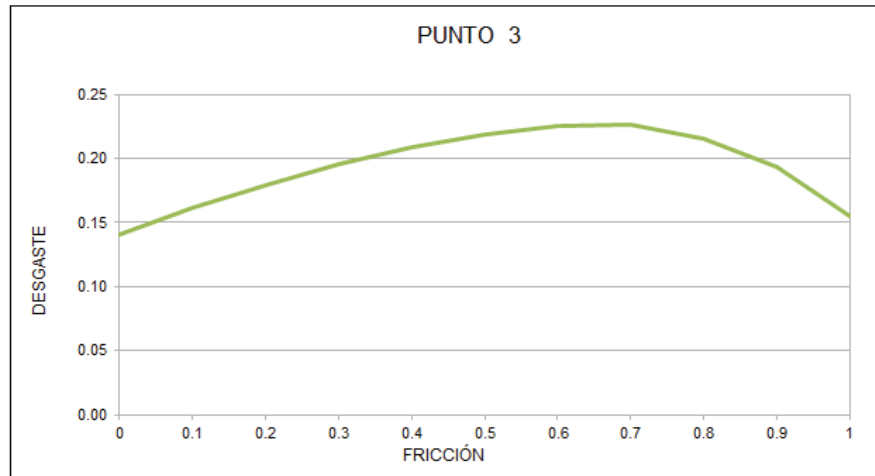


Figura 5.33: Resultados: Gráfica desgaste-fricción del punto 3 del acero A533B.

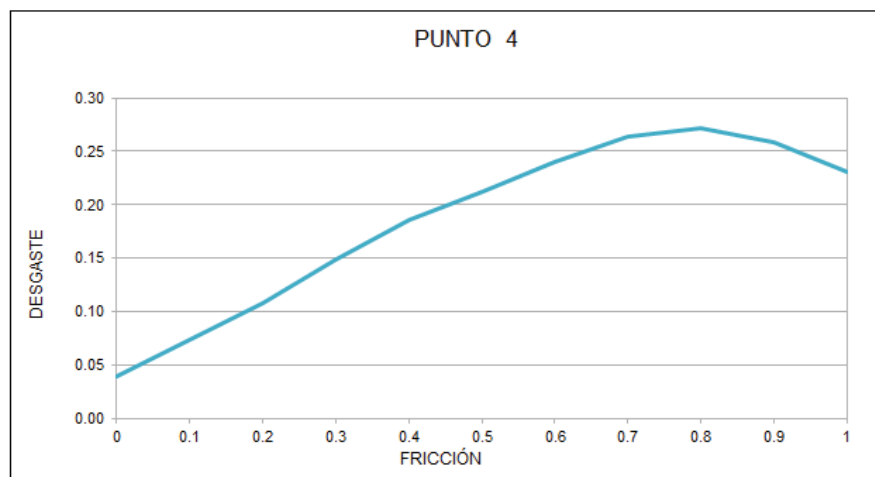


Figura 5.34: Resultados: Gráfica desgaste-fricción del punto 4 del acero A533B.

El total de tiempo de cálculo fue de aproximadamente 12 horas 45 minutos.

## 5.2. Otros materiales: Aluminio

Se presentan ahora los resultados de un material que no es acero; el aluminio AL 6061.

### 5.2.1. Caso 9: Aluminio AL 6061

Los resultados obtenidos se presentan en las siguientes figuras, primero las zonas de desgaste de flanco:

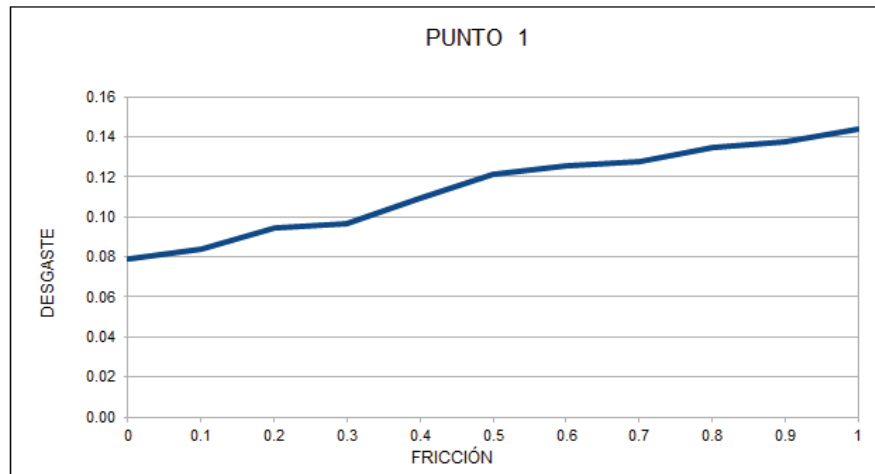


Figura 5.35: Resultados: Gráfica desgaste-fricción del punto 1 del aluminio AL6061.

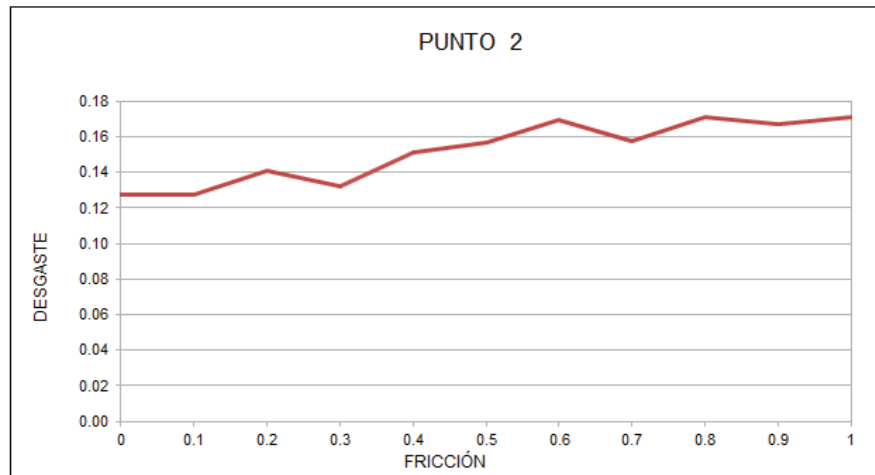


Figura 5.36: Resultados: Gráfica desgaste-fricción del punto 2 del aluminio AL6061.

Se presentan a continuación las gráficas de desgaste de cráter:

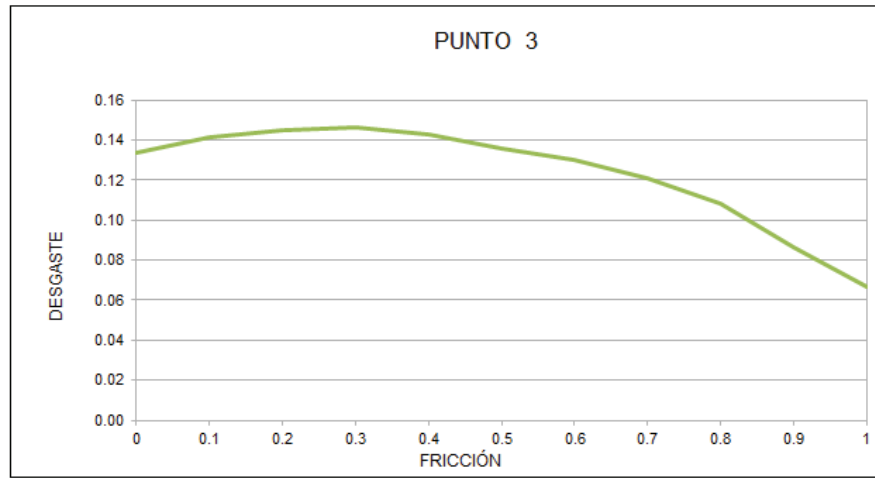


Figura 5.37: Resultados: Gráfica desgaste-fricción del punto 3 del aluminio AL6061.

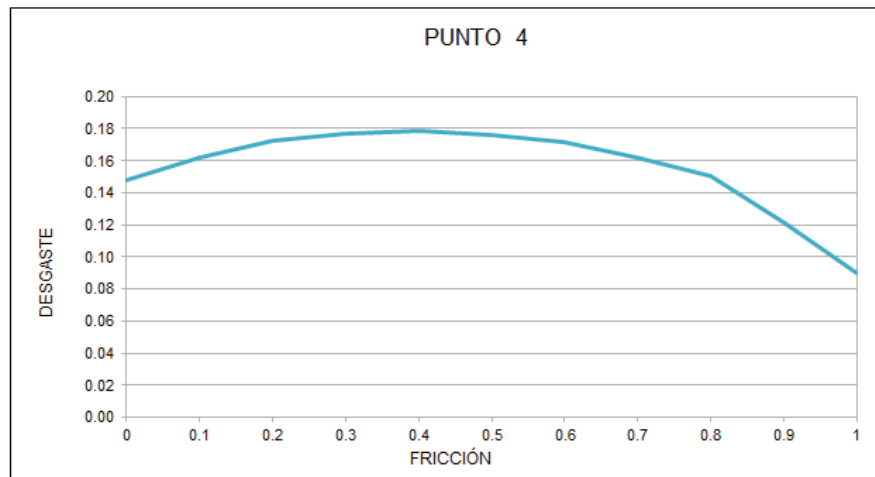


Figura 5.38: Resultados: Gráfica desgaste-fricción del punto 4 del aluminio AL6061.

El total de tiempo de cálculo fue de aproximadamente 8 horas 10 minutos.

Nótese que el comportamiento es cualitativamente el mismo que en aceros pero desplazado.

### 5.3. Cálculos secundarios

A modo de corolario acerca de los resultados obtenidos, se hace necesario indicar que los aquí expuestos no son los únicos realizados. El proceso de obtención de geometrías de herramienta con los que se consiguieran virutas aceptables, por poner un ejemplo, ha supuesto el estudio de muchos casos que no se ofrecen por motivos de concreción.

Asimismo, no se incluyen otros casos que se utilizaron preliminarmente hasta obtener valores razonables. El proceso mismo de la obtención de valores de avance que permitieran obtener resultados mediante simulaciones razonablemente cortas fue, verbigracia, de un coste alto en términos de tiempo. No se incluyen ni ese ni otros casos que han servido para poder obtener simulaciones apropiadas.

Se debe hacer hincapié en que se han incluido en el presente capítulo todos los aceros diferentes que se ha conseguido simular con éxito para todos los valores de fricción. En algunos casos, en especial en aceros con modelo de comportamiento Zerilli-Armstrong, fue imposible conseguir convergencia.