

# Utilización del Criterio de desgaste de Flanco y la Ecuación de Taylor para simular el tiempo de vida de una herramienta de corte mediante el proceso de torneado en CNC para un material AISI 1018

Washington Xavier Ortiz Garcés<sup>(1)</sup> Jorge Leandro Vanegas Robles<sup>(2)</sup>

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción<sup>(1)(2)</sup>

Escuela Superior Politécnica del Litoral<sup>(1)(2)(3)</sup>

Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 Vía Perimetral, Apartado 09-01-5863. Guayaquil, Ecuador<sup>(1)(2)(3)</sup>

wortiz@espol.edu.ec<sup>(1)</sup> jlvanega@espol.edu.ec<sup>(2)</sup>

## Resumen

*Este trabajo consiste en determinar el tiempo de vida útil de los insertos **TNMG160408PM4225** y **TNMG160404PF4215** para mecanizar un material AISI 1018 en un proceso de torneado, cumpliendo la Norma ANSI/ASME B94.55M – 1985 a través del criterio de Desgaste de Flanco y la Ecuación de Taylor. Este trabajo se realizará con la ayuda del catálogo SANDVIK y MATLAB. El catálogo nos proporciona todos los parámetros de corte para cada uno de nuestros insertos y MATLAB nos ayuda a realizar las graficas de Tiempo de Mecanización vs Desgaste de Flanco así como la de Velocidad de Corte vs Tiempo de Mecanización. En la experimentación se llegó a un desgaste de flanco de 0,3 mm en cada filo de los insertos. Según la norma ANSI/ASME B94.55M – 1985 cuando un inserto llega a tener este desgaste cumple su vida útil, el desgaste se lo obtuvo por las diferentes cilindradas que se realizaron en el torno CNC del laboratorio CAMPRO, variando los diferentes parámetros de mecanizado como, velocidad de corte, avance y profundidad, en cada filo de los insertos. Este desgaste fue medido con la ayuda del Microscopio Electrónico de Barrido del laboratorio LEMAT. Los datos obtenidos nos van a brindar una guía al momento de seleccionar un inserto según las condiciones de trabajo que vayamos a tener.*

**Palabras Claves:** TNMG160408PM4225 y TNMG160404PF4215, Desgaste de Flanco, Ecuación de Taylor, Velocidad de Corte y Tiempo de Mecanización.

## Abstract

*This work is to determine the life span of the inserts **TNMG160408PM4225** and **TNMG160404PF4215** for machining AISI 1018 material in a turning process, complying with ANSI /ASMEB94.55M - 1985 through the flank wear criterion and Equation Taylor. This work will be done with the help of the catalog SANDVIK and MATLAB. The catalog provides all the cutting parameters for each of our inserts and helps us to MATLAB graphs Time Flank wear vs machining and the cutting speed vs. machining time. The experiment came to a flank wear of 0.3 mm at each edge of the inserts. According to ANSI /ASME B94.55M - 1985 an insert finishes its work life when it reaches this amount of wear. This wear was a result of several turning passes performed at CAMPRO'S CNC lathe, while varying the machining parameters as cutting speed, feed and depth at each edge of the inserts. This wear was measured with the help of LEMAT'S Scanning Electron Microscope. The data obtained will provide guidance when selecting an insert according to working conditions that we have.*

**Keywords:** TNMG160408PM4225 and TNMG160404PM4215, Flank Wear, Taylor equation, Cutting Speed and Machining Time.

## Introducción

Debido a que en la actualidad no existe una referencia del tiempo de vida útil de un inserto para mecanizar un tipo de material, se ve la necesidad de realizar un procedimiento para determinar cuando un inserto es no servicial a ciertas condiciones de corte utilizando el criterio de desgaste de flanco.

Se pretende además concientizar a las personas sobre la importancia de utilizar el inserto más idóneo para cada tipo de material y así reducir el tiempo en el proceso de mecanizado.

### 1.1 Planteamiento del Proyecto.

En este proyecto se propone determinar el tiempo de vida útil de dos insertos **TNMG160408PM4225** y **TNMG160404PF4215** variando los diferentes parámetros de mecanizado tales como: velocidad de corte, avance y profundidad y para cada uno ver cómo se comporta el inserto y el material a mecanizar.

Se utilizará el Microscopio Electrónico de Barrido que se encuentra en las instalaciones del LEMAT para determinar el desgaste obtenido en un lapso de tiempo manteniendo constante dos parámetros de mecanizado y variando uno de ellos. Este proceso se lo repite para todos los filos de cada inserto.

Este trabajo pretende llegar a determinar el tiempo de vida servicial de cada inserto y cuál es el mejor en cada condición de trabajo.

## 2. Parámetros a analizar

A continuación se presentaran los diferentes criterios de desgaste con los cuales se puede analizar la duración de la herramienta de corte, estos criterios se analizarán con diferentes parámetros, que están especificados según el tipo de inserto a utilizar en la experimentación.

### 2.1 Desgaste de Flanco

El desgaste de flanco de una herramienta de corte es ocasionado por la fricción entre la superficie producida en la pieza y el área del flanco en contacto con ella. En razón de la rigidez de la pieza, el área desgastada, conocida como la zona de desgaste de flanco, debe ser paralela a la dirección de corte resultante. El ancho de la zona de desgaste generalmente se considera como una medida de desgaste y puede ser determinado fácilmente por medio de un microscopio.

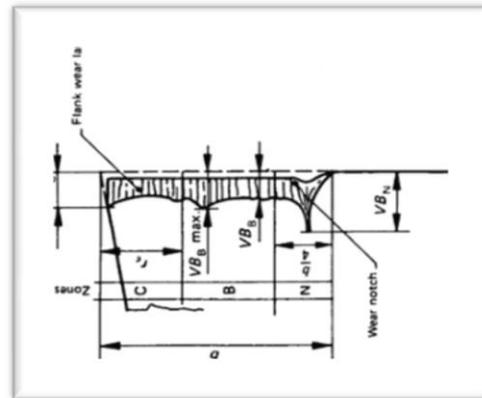


Figura 2.1 Desgaste de Flanco

### 2.2 Desgaste de Cráter

El cráter formado en la cara de la herramienta se ajusta a la forma de la viruta y está limitado al área de contacto entre la viruta y superficie de ataque de la herramienta.

Este desgaste se forma especialmente en los mecanizados a alta velocidad sobre los carburos o metales duros por efectos de adhesión y difusión.

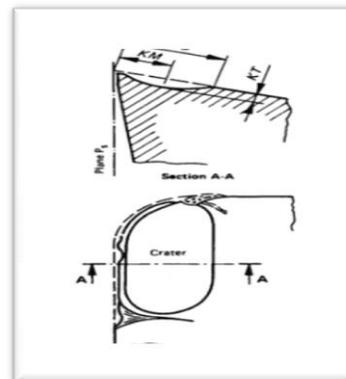


Figura 2.2 Desgaste de Cráter

### 2.2 Ecuación de Taylor

En este Proyecto utilizaremos la ecuación simplificada de Taylor porque se acerca más a nuestra realidad de trabajo ya que lo únicos parámetros que consideramos variables son: profundidad, avance, calidad de herramienta, como podemos observar en la explicación de cada parámetro de la formula.

$$VT^n = C$$

**n** : depende del material de la herramienta y pieza

**C** : es una constante que engloba todos los factores que han permanecido fijos durante el ensayo, por tanto, dependerá del avance, penetración, geometría, calidad de la herramienta, calidad del material a trabajar, condiciones de trabajo, criterio de desgaste, etc.

Expresa la velocidad de corte para una duración de la herramienta de 1min. Y para los valores fijados en el ensayo.

### 2.3 Selección del Criterio de Desgaste

Se seleccionó el criterio de desgaste de Flanco este llegó a 0.3mm en base a los equipos con los cuales se cuenta en la Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción (FIMCP), procediendo así a utilizar el microscopio existente en el laboratorio LEMAT, en el cual se va poder medir el desgaste de flanco y cráter de la herramienta respectiva y así realizar los cálculos pertinentes con los cuales se obtendrán las diferentes graficas y tablas.

### 2.4 Selección del inserto a utilizar

La selección del tipo de inserto se la hizo en base al portaherramientas existente en el Campo Avanzado de Mecanización y Prototipos (Campro) la cual es PTGNR 2020K 16, el catálogo de SANDVIK y el material a mecanizar SAE 1018.

Debido a que el material a mecanizar se trata de un acero con contenido de carbono de 0.18, se escogió el inserto de clasificación P que se aplica para el maquinado de materiales de viruta larga entre ellos el acero, y dentro de esta clasificación se escogió la que es para acero no aleado con porcentaje de carbono entre 0.1% - 0.25%, y dureza Brinell 125 HB según el catálogo de SANDVIK.

### 2.4 Parámetros de corte para los insertos

**Tabla 1.** Parámetros inserto TNMG160404PF4215

Parámetros inserto 4215			
	Velocidad de corte(m/min)	Avance (mm/rev)	Profundidad(mm)
Mínima	415	0,07	0,25
Máxima	575	0,3	1,5
Recomendada	515	0,15	0,4

**Tabla 2.** Parámetros inserto TNMG160404PF4215

Parámetros inserto 4215			
	Velocidad de corte(m/min)	Avance (mm/rev)	Profundidad(mm)
Mínima	415	0,07	0,25
Máxima	575	0,3	1,5
Recomendada	515	0,15	0,4

## 3. Presentación de resultados experimentales

Los resultados que se detallaran a continuación son los realizados según los diferentes criterios de desgaste especificados anteriormente como son el desgaste de flanco y de cráter. Estos datos fueron obtenidos en el Laboratorio de Ensayos Metrológicos y de Materiales (LEMAT) mediante el microscopio electrónico de barrido.

### 3.1 Procedimiento experimental

Se colocó el árbol entre puntos en el torno CNC del laboratorio CAMPRO y se puso el inserto respectivo. Se realizó una pasada completa con cada inserto, tomando como datos el tiempo de mecanización con los diferentes parámetros seleccionados como: velocidad de corte, profundidad y avance.

Estos parámetros fueron variando uno por uno de una forma equitativa entre los valores mínimos y máximos dado por el catalogo SANDVIK, mientras los restantes se mantenían constantes con los valores recomendados por el fabricante, realizando así 5 pasadas para cada filo. Los valores referenciales se tomaron en base a la Tabla1, la cual nos proporciona los datos de Velocidad de Corte, Avance y Profundidad de pasada recomendados por el fabricante.

Después de cada pasada se retiraba el inserto del portaherramientas y se lo llevaba hasta el laboratorio LEMAT para realizar las respectivas mediciones del desgaste producido en el proceso de mecanización.

El proceso de medición en el LEMAT fue realizado en el microscopio electrónico de barrido.

El desgaste de cráter se lo midió en dos ocasiones, pero en vista que los resultados eran insignificante en relación al desgaste de flanco, se realizo la tesina en base al último nombrado.

### 3.2 Tablas de resultados

Las siguientes tablas que se mostraran son las realizadas en la experimentación, las cuales se desarrollaron en base de diferentes parámetros: velocidad de corte, avance y profundidad de pasada con su respectivo desgaste, cada tabla representa un filo de corte del inserto.

#### 3.2.1 Resultados para inserto TNMG160408PM4225

Tabla 3. Tabla de resultados filo # 1 inserto 4225

Número Pasadas	Velocidad de Corte(m/min)	Velocidad de Rotación(rpm)	Desgaste de Flanco(mm)	Tiempo Medido(min)
1	245	819,17	0,135	0,172
2	295	1170,84	0,149	0,278
3	345	1521	0,164	0,196
4	427	2185,18	0,171	0,191
5	510	2978	0,18	0,165

Esta tabla de resultados la obtuvimos con las siguientes especificaciones:  
 Velocidad de corte= Variable.  
 Avance= constante en 0.3 mm/rev.  
 Profundidad= constante en 3 mm.

Las demás tablas de resultados para los fillos de este inserto se encuentran en la tesina.

#### 3.2.1 Resultados para inserto TNMG160404PF4215

Tabla 4. Tabla de resultados filo # 1 inserto 4215

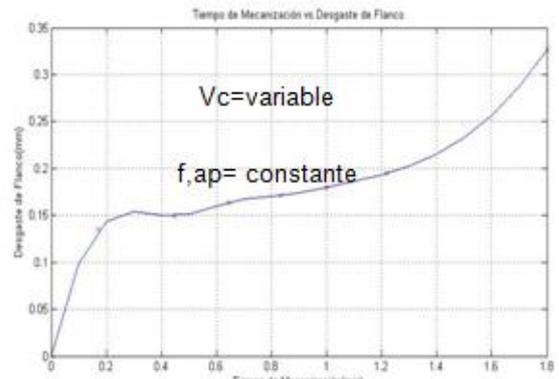
Número Pasadas	Velocidad de Corte(m/min)	Velocidad de Rotación(rpm)	Desgaste de Flanco(mm)	Tiempo Medido(min)
1	300	1542,47	0,084	0,358
2	381,14	1381,78	0,099	0,375
3	405	1685,16	0,114	0,268
4	450	2325,21	0,13	0,241
5	570	3372,42	0,151	0,167

Esta tabla de resultados la obtuvimos con las siguientes especificaciones:  
 Velocidad de corte= Variable.  
 Avance= constante en 0.15 mm/rev.  
 Profundidad= constante en 0.4 mm.

Las demás tablas de resultados para los fillos de este inserto se encuentran en la tesina.

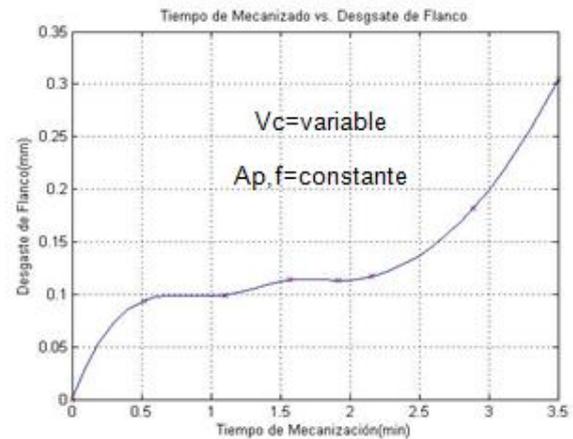
### 3.3 Gráficas de Resultados

Las graficas que se mostraran a continuación son las realizadas en base de las diferentes tablas analizadas anteriormente, aquí podremos analizar la forma en que se produjo el desgaste en cada filo de los insertos.



Gráfica 3.1 Tiempo de Mecanización vs. Desgaste de Flanco Filo # 1 inserto 4225

Las graficas de cada filo variando los parámetros de mecanizado se encuentran en la tesina.

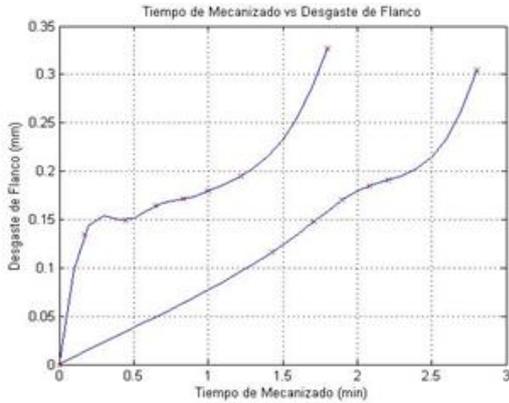


Gráfica 3.2 Tiempo de Mecanización vs. Desgaste de Flanco Filo # 1 inserto 4215

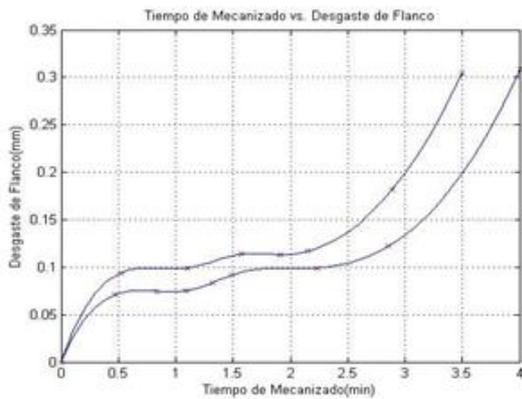
Las graficas de cada filo variando los parámetros de mecanizado se encuentran en la tesina.

**Tabla 5.** Velocidad de Corte y Tiempo de Mecanización en escala logarítmica para Ecuación de Taylor Filo # 1 inserto 4215

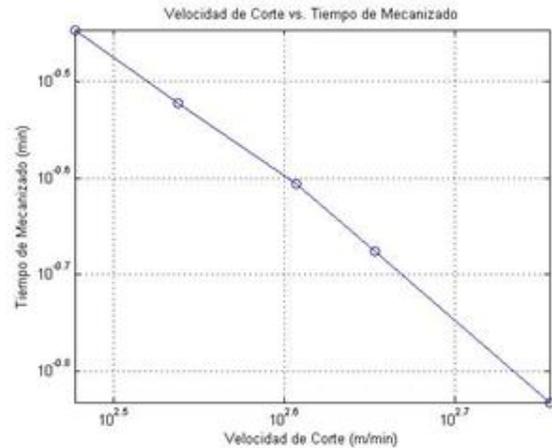
Velocidad de Corte [log Vc]	Tiempo de Mecanizado [log T]
2.477	-0.214
2.581	-0.237
2.607	-0.323
2.653	-0.463
2.755	-0.625



**Gráfica 3.3** Tiempo de Mecanización vs. Desgaste de Flanco Filo # 1 y Filo # 1 Inferior superpuestas inserto 4225



**Gráfica 3.4** Tiempo de Mecanización vs. Desgaste de Flanco Filo # 1 y Filo # 3 Inferior superpuesta inserto 4215



**Gráfica 3.5** Velocidad de corte vs Tiempo de Mecanizado en escala logarítmica Filo # 1 inserto 4215

### 3.4 Relación de Taylor

La relación de Taylor se obtiene en base de la grafica doble logarítmica del Tiempo de mecanizado vs Velocidad de Corte, dichos datos los encontramos en las siguientes tablas.

### 4. Análisis de Resultados

#### El inserto TNMG160408PM4225

Fallara en: 2.8 minutos si mantenemos una velocidad de corte entre: 245-425 m/min, un avance: 0.3 mm/rev y profundidad: 3 mm.

Fallara en: 2.4 minutos si mantenemos un avance entre: 0.15-0.5mm/rev, una velocidad de corte: 345 m/min y profundidad: 3mm.

Fallara en: 2.6 minutos en si mantenemos una profundidad entre: 0.5 - 5 mm, una velocidad de corte: 345 m/min y avance: 0.3 mm/rev.

### En el inserto TNMG160404PF4215.

Fallara en: 3.5 minutos si mantenemos una velocidad de corte entre: 415 – 575 m/min, un avance: 0.15 mm/rev y profundidad: 0.4 mm.

Fallara en: 3.3 minutos si mantenemos un avance entre: 0.07-0.3 mm/rev, una velocidad de corte: 515 m/min y profundidad: 0.4 mm.

Fallara en: 3.6 minutos si mantenemos una profundidad entre: 0.25 – 1.5 mm, una velocidad de corte: 515 m/min y avance: 0.15 mm/rev.

#### 4.1 Comportamiento del material durante el proceso de mecanización

Este material por ser de alta maquinabilidad no presento complicaciones teniendo siempre un buen acabado superficial, siempre y cuando se tenga una buena estabilidad puesto que al presentar cierta inestabilidad se produce un acabado rugoso el cual no se debe al inserto.



Figura 1. Acabado superficial bueno

#### 4.2 Comportamiento del inserto durante el proceso de mecanización

Al seleccionar los insertos tratamos de tomar en cuenta todos los parámetros existentes en nuestro proceso de mecanización por lo cual se escogió en base al catalogo de SANVIDK y la norma por lo cual el comportamiento de nuestro inserto con el material fue el esperado.

Lo que se pudo observar fue que el inserto TNMG160404PF4215 tuvo un desgaste menos progresivo que al del inserto TNMG160408PM4225.

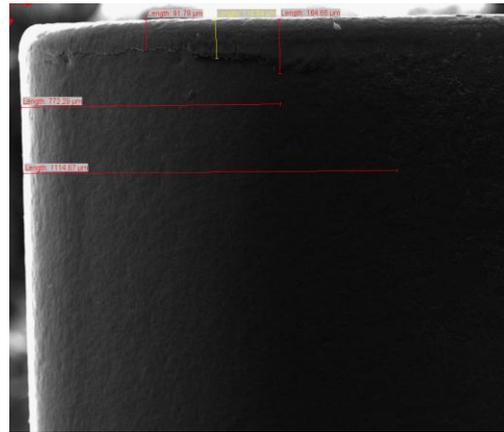


Figura 2. Primera pasada inserto TNMG160408PM4225

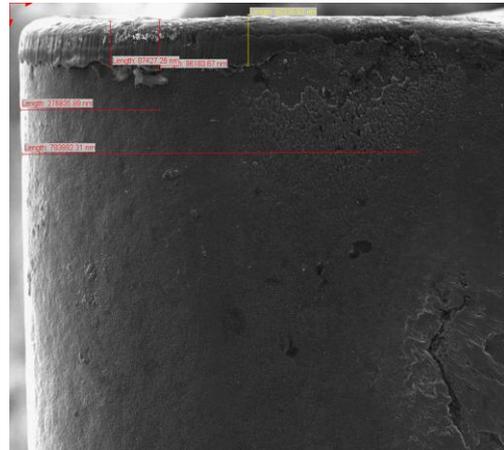


Figura 3. Primera pasada inserto TNMG160404PM4215

#### 4.3 Tipo de Viruta

La viruta que presento el acero 1018 es un tipo de viruta discontinua y esto se debe a que tiene una alta maquinabilidad y el inserto tiene un ángulo de ataque de 0°, el color de la viruta era azulado y en ciertos casos dorado (pero siempre manteniéndose corta), la coloración de la viruta dependía de los parámetros con los cuales se realizaban la mecanización. La viruta se desprendía fácilmente durante nuestro proceso de corte, esto era también ayudado por el rompeviruta que posee estos insertos.



**Figura 3.** Tipo de Viruta inserto 4225



**Figura 4.** Tipo de Viruta inserto 4215

## 5. Conclusiones

El tiempo de vida útil de un inserto no se refiere al tiempo en que el inserto ya no sirve, sino es el tiempo en el cual el inserto trabaja en condiciones ideales de corte esto significa obtener el acabado superficial esperado, no producir imperfecciones en nuestro material durante el proceso de mecanizado entre otras.

De acuerdo a nuestra experimentación podemos decir que obtenemos mayor tiempo de vida útil en nuestro inserto TNMG160404PF4215 a diferencia del inserto TNMG160408PF4225 esto se debe a el recubrimiento que posee dicho inserto y su mayor dureza, este inserto es perfecto también para trabajar con materiales de alta dureza.

Con nuestra tesina se puede concluir que aportamos a la sociedad una mejor utilización de estos insertos puesto que tenemos datos importantes al momento de analizar que inserto nos conviene utilizar dependiendo del trabajo que deseamos e involucrarlos con los diferentes parámetros de torneado y ver cuánto tiempo de vida útil se obtiene para dicho inserto.

Según nuestros datos obtenidos en la experimentación se puede concluir que tenemos un mayor tiempo de vida útil si trabajamos con el avance y profundidad recomendado por el fabricante sin importar como varíe nuestra velocidad de corte.

En nuestro proceso de experimentación pudimos observar que el tipo de calidad superficial del material no varía en forma exagerada para cada inserto teniendo en ambos casos un buen acabado, se podría concluir que es mejor para el inserto TNMG160404PM4215 puesto que se trabajo con un avance menor lo que lo mejora en relación al otro inserto.

## 6. Referencias Bibliográficas

- [1]. NORMA ANSI/ASME B94.55M 1985.
- [2]. SANDVICK, CATÁLOGO SOBRE HERRAMIENTAS DE CORTE PARA PROCESOS DE TORNEADO GENERAL.
- [3]. GROOVER, M.(1997). FUNDAMENTOS DE MANUFACTURA MODERNA. MEXICO. PEARSON EDUCACION.
- [4]. HANDBOOK DE MATERIALES.
- [5]. MECANIZACIÓN POR ARRANQUE DE VIRUTA.
- [6]. IVAN BOHMAN, CATÁLOGO DE MATERIALES ESPECIALES.
- [7]. Información obtenida de la Unidad de Microscopía Electrónica del LEMAT-FIMCP-ESPOL.