

Original

Recibido: 20/04/2022 | Aceptado: 30/09/2022

Propuesta metodológica para el estudio de las rugosidades superficiales y su representación en los planos.

Methodological proposal for study and representation of surface roughness in plans.

Jesús Feliciano Velázquez Pérez. *MSc. Profesor Auxiliar. Universidad de Granma. Bayamo. Cuba.* [jvelazquezp@udg.co.cu]

Jorge Luis Piñeiro Núñez. *MSc. Profesor Auxiliar. Universidad de Granma. Bayamo. Cuba.* [jpineiron@udg.co.cu]

Félix Ginarte Coronado. *MSc. Profesor Asistente. Universidad de Granma. Bayamo. Cuba.* [fginartec@udg.co.cu]

Resumen

Las rugosidades superficiales no pueden ser obviadas en los planos de piezas. Al estudiarlas en las carreras de la Educación Superior, en la disciplina de Gráfica de Ingeniería, se ha podido constatar como insuficiencias que los estudiantes no logran definir qué valor de rugosidad establecer para las superficies de la pieza que diseñan y dibujan en el plano, se carece de una tabla que permita establecer el valor Ra o Rz indistintamente, y los ejercicios referidos a rugosidades disponibles en la bibliografía son básicamente reproductivos. En estas condiciones surge la interrogante: ¿cómo lograr que el estudiante defina y represente las rugosidades adecuadas en los planos técnicos a partir del estudio elemental de las mismas, sin recurrir a métodos reproductivos? Con el objetivo de elaborar una metodología para el estudio de la determinación y representación de las rugosidades superficiales en los planos, utilizable en las carreras de ingenierías vinculadas al diseño de elementos mecánicos, un equipo de profesores de la disciplina Gráfica de Ingeniería de la Universidad de Granma, se dio a la tarea de dar solución



a las insuficiencias referidas. Los resultados, luego de 5 años de aplicación, permiten dar como recomendable su empleo.

Palabras clave: rugosidad superficial; planos; dibujo técnico.

Abstract

Surface roughness cannot be ignored in parts drawings. When studying them in higher education specialties, in the discipline of Engineering Graphics, a deficiency has been detected when students cannot define what roughness value to establish for the surfaces of the piece they design and draw in the plan. They lack a table that allows establishing the Ra or Rz value indistinctly, since exercises referring to roughness which are available in the bibliography are basically reproductive. Under these circumstances a question arises: How to get the student to accurately define and represent roughness in technical plans from the elementary study of them, without resorting to reproductive methods? With the aim of contributing to the study of determination and representation of surface roughness in the plans of mechanical elements, a team of professors of the discipline Engineering Graphics, from the University of Granma, undertook the task of creating a methodology that would allow solving these shortcomings. The results, after 5 years of application, allow us to recommend the use of this methodology.

Keywords: surface roughness; plans, technical drawing

Introducción

Las rugosidades superficiales son todas aquellas asperezas que resultan luego del maquinado de las superficies de los artículos metálicos. El control de tales asperezas se hace imprescindible toda vez que, en dependencia de su magnitud, así ha de ser la vida útil de la pieza en cuestión, pues una superficie que tenga rozamiento con la de otra pieza durante el funcionamiento de la unidad ensamblada a la que pertenecen, generará mayor calentamiento y



desgaste en la medida en que las rugosidades sean de mayores magnitudes. Por ende, una adecuada rugosidad garantiza una correcta lubricación de las superficies, un menor desgaste de las superficies en contacto, así como un ajuste adecuado. La determinación de los valores numéricos de la rugosidad se obtiene trabajando fundamentalmente con el perfil transversal o real.

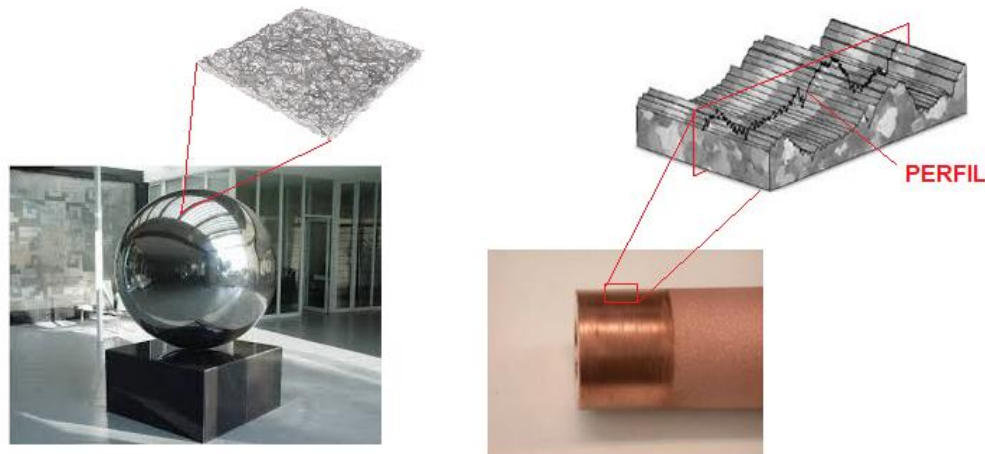


Figura 1. Artículos con diferentes rugosidades y Ampliación visual de las rugosidades.

Las rugosidades generadas al elaborar las superficies de las piezas existen aún en aquellas partes que a simple vista nos parecen no tenerlas. La figura 1 muestra objetos que presentan diferentes grados de rugosidad. Aun la más pulida las posee. Al observar estas superficies, muchas veces ampliadas, podrá notarse que en realidad sus superficies poseen una geometría real muy irregular.

Las magnitudes de la rugosidad superficial son microscópicas por lo que se utiliza el micrómetro (μm) como unidad de medida, es decir, un μm equivale a una millonésima parte de un metro, o lo que es lo mismo, una milésima parte de un milímetro. Esto hace que, por lo general, las rugosidades no sean perceptibles a simple vista, y que para su medición se utilicen



instrumentos para ello, llamados rugosímetros, cuya variedad es amplia. La figura 2 muestra uno digital.



Figura 2. Rugosímetro digital.

Existen, además, dos tipos de rugosidades según la base de medida para su determinación: la rugosidad media aritmética (R_a), y la altura promedio de las irregularidades (R_z), esta última de menor uso actual pero aún vigente. Entre ambas existe una magnitud cuatro veces superior en R_z que en R_a , como se verá más adelante (ver tabla 2).

Las rugosidades superficiales de todo artículo metálico son requisitos que no pueden ser obviados en los documentos gráficos como lo son los planos de piezas.

Al estudiar las rugosidades en las carreras de técnicas de la Educación Superior (Ingeniería Agrícola, Procesos Agroindustriales, Industrial, Mecánica, así como en la licenciatura en Educación Laboral, entre otras), en la disciplina de Gráfica de Ingeniería, se ha podido constatar como insuficiencias que:

- Los estudiantes no logran definir qué valor de rugosidad establecer para las superficies de la pieza que diseñan y dibujan en el plano.
- Carecen de una tabla que les permita establecer el valor R_a o R_z indistintamente.



- La disciplina se ubica dentro del plan de estudio en el primer semestre de la carrera lo cual dificulta su estudio, pues las asignaturas que abordan el contenido teórico exhaustivo sobre rugosidades, son estudiadas en semestres más avanzados.
- El tiempo que se le asigna a la disciplina Gráfica de Ingeniería, cada vez es menor en los nuevos planes de estudio, lo cual dificulta el trabajo del profesor, así como la comprensión por parte de los estudiantes.
- Los ejercicios referidos a rugosidades, disponibles en la bibliografía (manuales) son básicamente reproductivos.

Para su tratado existe una literatura abundante. Autores tradicionales de la bibliografía básica para el estudio de la Gráfica de Ingeniería en la Educación Superior del país, tales como Rodríguez (1986), Domenech (1986), Pérez (2009), Rubio (2012), así como otros extranjeros recurrentes en el estudio del dibujo de ingeniería en Cuba, como Bogolyubov (1989), Vishnepolski (1987), entre otros, abordan este contenido; sin embargo, no se registran ejercicios donde los estudiantes puedan establecer por sí mismos las rugosidades requeridas según la calidad de la superficie que se requiere, las tablas presentadas no definen la correspondencia de cada caso entre los valores de R_a y R_z , y no se presentan ejercicios que superen la condición de reproducción de la representación de los símbolos de rugosidad, como es el caso de los de la Práctica 4: Requisitos Técnicos. Serie A, páginas 49 a la 56, del Manual de Trabajos Prácticos de Dibujo Aplicado para Ingenieros, UCLV, 1986. La consulta de este contenido en internet arrojó la presentación con profundidad de esta materia, con elementos teóricos e ilustraciones propios de las asignaturas Mediciones Técnicas, Tecnología de los Metales, y otras afines; tales como los artículos de Sebastián (2020), el referido al Grupo de Tecnología Mecánica-Procesos de



Fabricación. (2017), y el de Rugosidad Mecánica (2019), en Wikipedia Libre. Sin embargo, no satisfacen la solución de las insuficiencias relacionadas. Por su parte, Velázquez (2007), presenta en su tesis en opción al título de Máster en Investigación Educativa, una tabla guía para que el estudiante, según el tipo de superficie solicitada, escoja los valores de la rugosidad pertinente, mientras que, en su Ponencia Propuesta metodológica para el estudio de Planos de Ensamble (2019), durante la VII Reunión de la Comisión Nacional de la disciplina Gráfica de Ingeniería, exhibe una tabla de determinación gráfica de los valores referidos, incorporada a este trabajo.

En estas condiciones surge la interrogante: ¿cómo lograr que el estudiante represente las rugosidades adecuadas en los planos técnicos a partir del estudio elemental de las mismas, sin recurrir a métodos reproductivos?

Se define como objetivo: elaborar una metodología para el estudio de la determinación y representación de las rugosidades superficiales en los planos, utilizable en las carreras de ingenierías vinculadas al diseño de elementos mecánicos.

Un equipo de profesores de la disciplina Gráfica de Ingeniería de la Universidad de Granma (UDG), con una vasta experiencia, se dio a la tarea de crear una metodología que permita dar solución a las insuficiencias referidas en el estudio de la determinación y representación de las rugosidades superficiales. Los resultados, luego de 5 años de aplicación, permiten dar como recomendable su empleo.

Se trabajó con la población de estudiantes de las carreras Ingeniería Agrícola y de Ingeniería en Procesos Agroindustriales, de la Universidad de Granma desde el curso 2017-2018 al curso 2019-2020. La muestra fue de todos los estudiantes del I año de ambas carreras. Entre los métodos de investigación científica se aplicaron el de análisis y síntesis, para tener un mayor conocimiento de documentos y elementos referidos al contenido en cuestión en la disciplina de



Gráfica de Ingeniería, y poder resumir los resultados finales; el de inducción-deducción, para establecer la situación real del problema mediante la aplicación de instrumentos que permiten generalizar partiendo de particularidades específicas. También como métodos empíricos se empleó la encuesta, técnica utilizada para obtener información acerca de la esencia y actualidad del problema científico de la investigación y valorar por criterio de expertos la posible efectividad del sistema de ejercicios elaborado. El método estadístico se asume como procedimiento el cálculo porcentual para contabilizar, tabular e interpretar matemáticamente los resultados.

Análisis y discusión de los resultados

El estudio de las rugosidades superficiales en Gráfica de Ingeniería debe abordarse sobre la base de que su conocimiento es elemental para que el estudiante logre definir qué valores y tipo de rugosidad debe asignar a las superficies de la pieza, así como saberla representar en el plano acorde con los convencionalismos establecidos por las normas NC-ISO, que son las vigentes para Cuba.

En esta condición, deben dominarse las siguientes definiciones:

- Rugosidad superficial: es el conjunto de todas las irregularidades que resultan al elaborar las superficies de la pieza, definidas convencionalmente dentro de una zona.
- Rugosidad media aritmética (Ra): está definida como la media aritmética de los valores absolutos de las coordenadas de los puntos del perfil de rugosidad en relación con la Línea.
- Media dentro de la longitud básica de medición (figura 3 a).



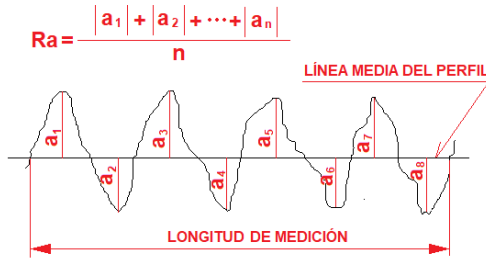


Figura 3 a): Rugosidad media aritmética (Ra).

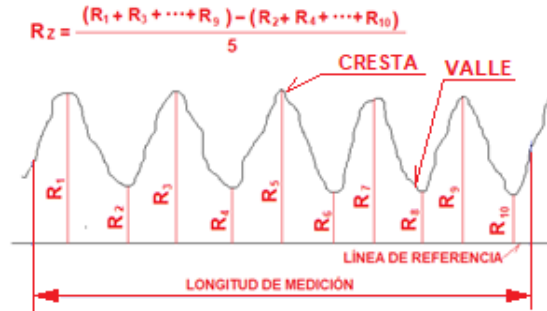


Figura 3 b): Altura promedio de las irregularidades (Rz).

- Altura promedio de las irregularidades (Rz): corresponde a la media de los valores absolutos de las alturas de las cinco crestas más altas y los cinco valles más profundos dentro de la longitud básica (figura 3 b). Como norma, el valor nominal de Rz es equivalente a cuatro veces el de Ra, así una rugosidad Ra de 25 μm se corresponde con el valor Rz de 100 μm (ver tabla 3).

- Micrómetro (μm): unidad de medida establecida para medir la rugosidad superficial dada en milésima de milímetro. O sea, 1 μm = 0,001 mm.
- Grados de precisión: representa las zonas de tolerancia en que se establece la calidad de dimensión con que deben asumirse los parámetros de la pieza. Divididos en 14 grupos según la Norma Cubana / NC 16-60: 81, identificados como, IT1, IT2, hasta IT14, donde el grado IT6 tendrá mayor precisión que el IT10 (ver tabla 3). Existen tablas que establecen las desviaciones superior e inferior según el valor nominal de la dimensión, en correspondencia con el grado de precisión.

Otros elementos:

¿Cómo indicar adecuadamente en el plano de la pieza, las irregularidades o rugosidades superficiales de las superficies?



- Símbolo general de rugosidad superficial.

Se comienza por presentar el símbolo general establecido por las normas cubanas. Este es en forma de V con el trazo derecho prolongado. Se acompaña con una cifra que indica el grado de rugosidad permisible, en micrómetros (μm) como unidad de medida (figura 4 a). Las dimensiones y proporciones del símbolo se presentan en la figura 4 b), donde el parámetro h se corresponde con la altura de las cifras de cotas. Los trazos deben tener un grosor medio. El vértice del ángulo debe ubicarse sobre la superficie a la que se hace referencia o sobre una línea auxiliar (ver rugosidad 6,3 de figura 6).



Figura 4 a): Símbolo básico de rugosidad superficial.

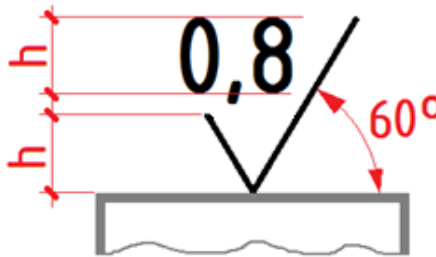


Figura 4 b): Dimensiones del símbolo.

- Símbolo según el método de elaboración.

Cuando el método de elaboración de la superficie se realiza con arranque de virutas, el símbolo correspondiente se cierra, como la figura 5 a). El arranque de virutas se genera por maquinados tales como torneado, fresado, esmerilado, cepillado, taladrado, limado, etc.



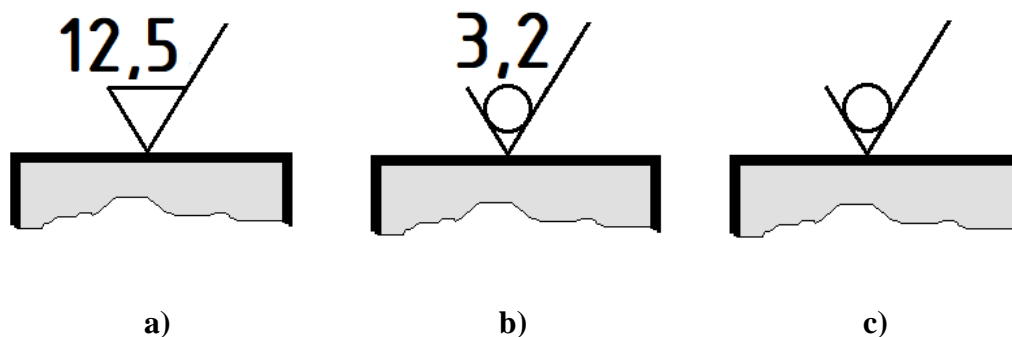


Figura 5: Símbolos de rugosidad. a) elaboración por arranque de virutas. b) elaboración sin arranque de virutas. c) rugosidad no determinada por el plano.

Por su parte, cuando el método empleado es sin arranque de virutas, el símbolo a representar aparece en la figura 5 b). Entre estos métodos están fundición, prensado, laminado, moldeado, estirado, estampado y forjado.

Si una superficie mantiene su condición invariable tal como se tomó el semiproducto para elaborar la pieza significa que el plano no determina su rugosidad. En estos casos, el símbolo a dibujar es el c) de la figura 5, que no incluye la cifra. Ejemplos son las superficies de un artículo elaborado de chapa metálica, o el caso de un resorte helicoidal cuya superficie del alambre no sufre cambios desde que se toma del rollo.

Para la rugosidad sin establecer el método de elaboración, el símbolo a emplear es el presentado en la figura 4. En estos casos no se hace necesario indicar el método por el cual se obtiene la rugosidad de la superficie.

- Ubicación de los símbolos en las vistas del plano.

Estos símbolos suelen representarse en la vista donde la superficie, si es plana, se proyecta en forma de línea, es decir, en la vista donde la superficie referida se proyecta perpendicularmente. En virtud de lo cual la rugosidad de la cara A (0,8) de la figura 6, se representa en la vista frontal, y la de B (3,2) se dibujaría en la vista superior. En las superficies



cilíndricas o cónicas suele indicarse la rugosidad sobre una de sus generatrices límites (ver rugosidad 6.3). Al girar el símbolo, nótese cómo la cifra siempre conserva la posición de lectura de las cotas (desde abajo y desde la derecha).

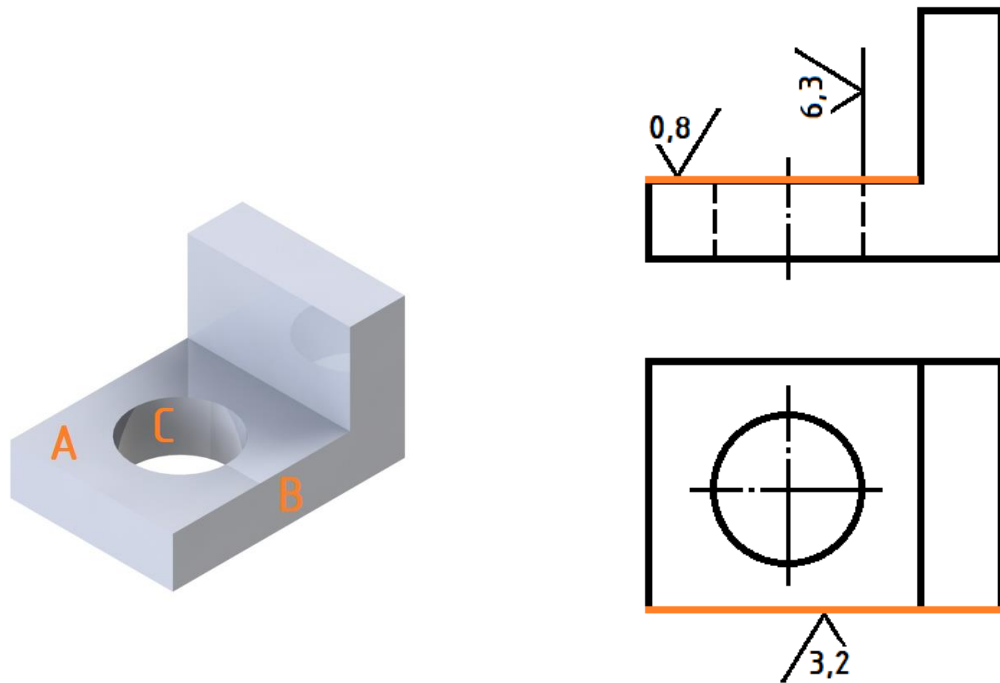


Figura 6: Ubicación de los símbolos de rugosidad en las vistas de la pieza.

- Símbolo referido a la altura promedio de las irregularidades.

Si se refiere a la altura promedio de las irregularidades, se antepone Rz a la cifra del símbolo (figura 7).

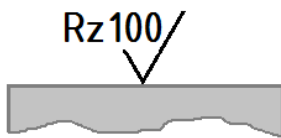


Figura 7: Representación de la rugosidad para el parámetro Rz (altura promedio de las irregularidades).

- Valores preferidos de Ra en micrómetros (μm):



La tabla 1 presenta los valores preferidos de las rugosidades de Ra, las características fundamentales de cada grupo, así como los procesos por los que se pueden obtener.

Tabla 1. Valores preferidos de las rugosidades, características y procesos de obtención.

GRUPO DE RUGOSIDAD	VALORES PREFERIDOS DE Ra (μm)	CARACTERÍSTICA FUNDAMENTAL	PROCESOS DE OBTENCIÓN
Superficies ásperas	100; 50; 25 y 12,5	Marcas visibles o perceptibles al tacto.	Torneado, limado, taladrado, escariado (bastos).
Superficies menos ásperas	6,3; 3,2 y 1,6	Las marcas pueden ser visibles en un menor grado.	Torneado, limado, taladrado, escariado (alisados). roscado manual
Superficies finas	0,8; 0,4 y 0,2	Sin marcas perceptibles al tacto, difíciles de ver a simple vista.	Torneado, escariado, esmerilado y taladrados (finos).
Superficies superfinas	0,1; 0,05 y 0,025	Las marcas no son visibles a simple vista.	Rectificado superfino, pulimentado especial.

Retener en la memoria estas cifras pudiera facilitarse si se conoce que cada una es seguida por un valor que es igual o aproximado a la mitad del anterior, es decir, a partir del valor 100 obtendríamos la siguiente, determinando la mitad (50), le seguiría 25, y así sucesivamente.

- Rugosidad General o Predominante:

Se ubica en la parte superior derecha del plano, con separación no menor de 5 mm de las líneas de márgenes. Esta se establece para el valor de la rugosidad preponderante en la superficie de la pieza, y evita su repetición sobre las vistas del artículo en el plano. Por lo que a cualquiera de las partes que no tenga la indicación de la rugosidad directamente indicada, le corresponde la predominante en cuestión. El símbolo asume una altura mayor que el resto de los símbolos particulares, y entre paréntesis se ubica un símbolo básico sin cifra, lo cual significa que además de la rugosidad general, existen otras directamente indicadas en las vistas del plano (figura 8).



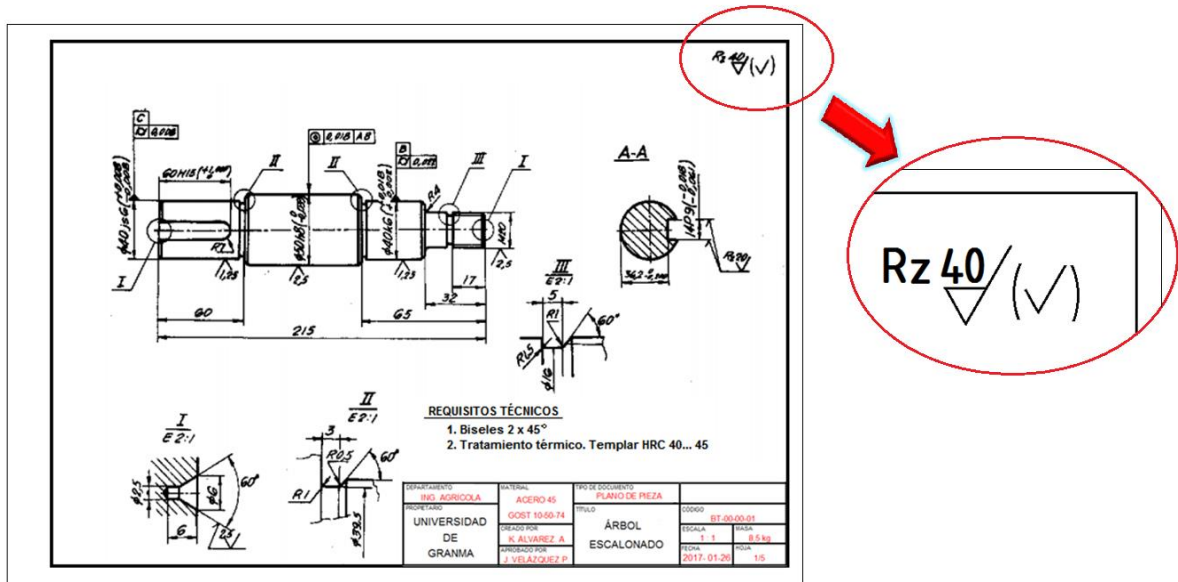


Figura 8: Representación de la rugosidad general o predominante.

- Determinación de la rugosidad superficial a partir de los valores de la tolerancia.

Existen tablas que presentan los valores de las desviaciones superior e inferior de la tolerancia según la dimensión nominal, y el grado de precisión pertinente. De tal manera (ver sección de tabla 2) para un valor nominal de 12 mm, un grado de precisión IT7 y zona de tolerancia **f** para eje, se establecen la desviación superior (Δ_s) igual a -16 μm y desviación inferior (Δ_i) de -34 μm ; ¿cómo determinar la rugosidad correspondiente (Δ_t)?

La operación será: $\Delta_t = \Delta_s - \Delta_i$, o sea, es el valor absoluto de la sustracción de la desviación superior menos la inferior.

$$\Delta_s = -0,016 \text{ mm}, \quad \Delta_i = -0,034 \text{ mm}, \quad \Delta_t = -0,016 - (-0,034) = 0,018 \text{ mm}$$

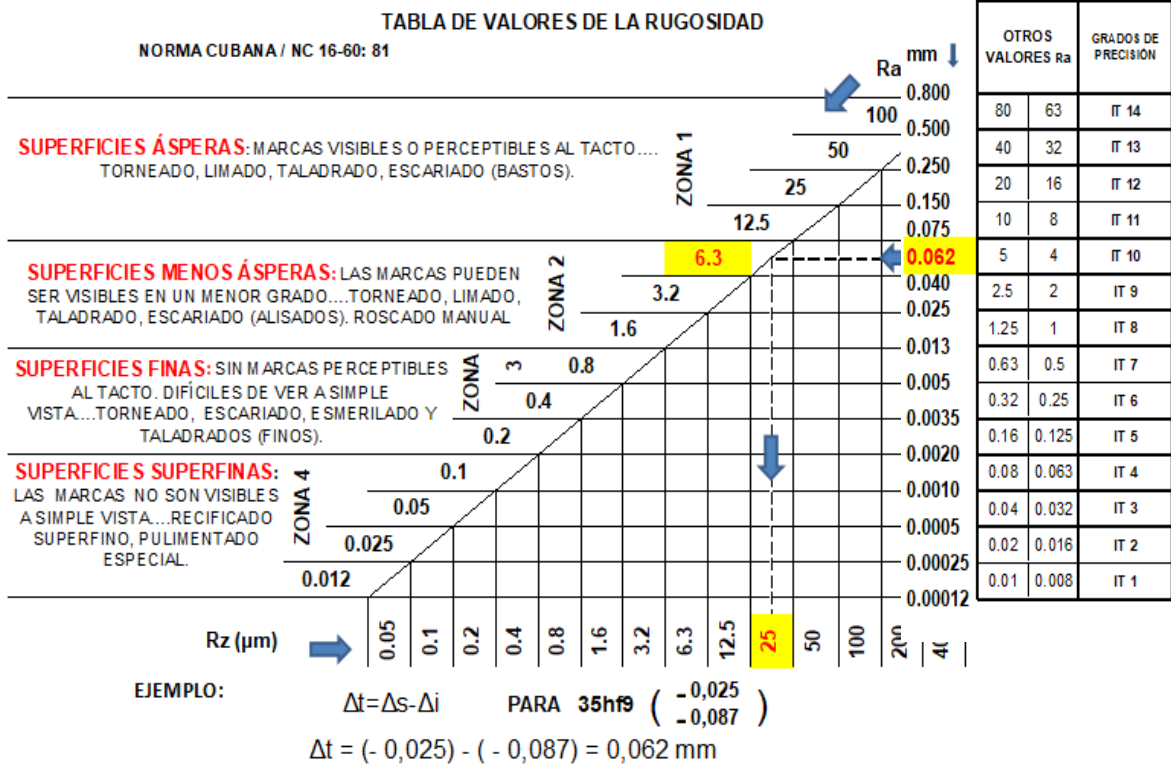
Al referir el valor 0,018 en la tabla 3, se observa que le corresponde un parámetro Ra (preferible) igual a 1,6 (superficie menos áspera), así como el parámetro Rz es 6,3 (ver figura 9). La tabla 3 mejora la información que ofrece respecto a la propuesta por Rodríguez (1987), al presentar la opción de escoger Ra o Rz para cada situación.



Tabla 2. Sección de tabla de zonas de tolerancias.

Intervalos de dimensiones nominales (mm)	Zonas de tolerancia (para eje)			
	e7	f7	h7	js7
	Desviaciones límites (µm)			
6 < a ≤ 10	- 25 - 40	- 13 - 28	0 - 15	+ 7 - 7
10 < a ≤ 14	- 32 - 50	- 16 - 34	0 - 18	+ 9 - 9
14 < a ≤ 18	- 32 - 50	- 16 - 34	0 - 18	+ 9 - 9
18 < a ≤ 24	- 40 - 61	- 20 - 41	0 - 21	+ 10 - 10

Tabla 3. Determinación de valores de las rugosidades a partir de la tolerancia.



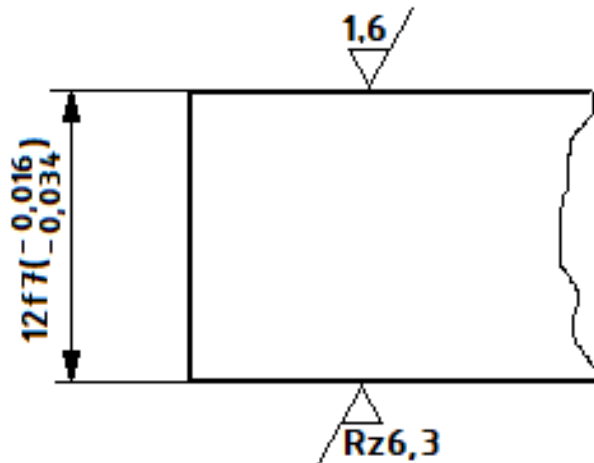


Figura 9: Rugosidad superficial determinada por los valores de la tolerancia.

Todo lo presentado presupone el orden metodológico para el estudio de las rugosidades superficiales, en el que una vez estudiado todo el contenido teórico al respecto, se pasa a la determinación – a partir de tablas con parámetros normalizados-, de las desviaciones superior e inferior de una superficie de la cual se ofrece como datos su dimensión nominal, la zona de tolerancia y el grado de precisión. Definidas las desviaciones, se procede a calcular la tolerancia mediante ecuación cuyo resultado tiene como unidad de medida al micrómetro. Con este dato, se recurre a una tabla (3), creada por los autores, para definir la rugosidad correspondiente, así como las características generales de la superficie en cuestión.

Para la valoración y aporte social, se parte de significar que esta metodología ha obtenido un alto grado de satisfacción entre los expertos en la materia que trabajan con la disciplina; y se corresponde con los resultados positivos en el desarrollo de las habilidades de determinación y representación de las rugosidades superficiales por los estudiantes.

Con el propósito de valorar la posible efectividad de la nueva propuesta, se seleccionó un grupo de expertos sobre la base de la labor profesional desarrollada por estos. Se utilizó la metodología de preferencia.



El método de criterio de experto se aplicó a los 10 profesores previamente seleccionados. A estos se les presentó la metodología propuesta, anexada a una guía de encuesta que incluye todos los indicadores pertinentes para realizar una valoración de la posible efectividad del programa propuesto. El experto debió otorgarle a cada aspecto una categoría según su punto de vista, cuya escala es: 5 (Excelente), 4 (Bien), 3 (Regular), 2 (Deficiente), 1 (Mal) y 0 (Descartado).

Las sugerencias y señalamientos realizados, así como los criterios emitidos por los expertos en intercambios personales establecidos con los investigadores permitieron realizar cambios, modificaciones, inclusiones y exclusiones de algunos aspectos relacionados.

En la consulta a expertos, solicitando su valoración, se utilizó la “media” como medida de tendencia central, cuyo resultado general fue de 4.50, lo cual da una evidencia de los resultados positivos de su aplicación.



Gráfico 1: Media por indicador

Los indicadores tenidos en cuenta fueron:

- Aceptación de los estudiantes.



- Nivel de desarrollo de las habilidades respecto a los cursos anteriores.
- Nivel de actualización de la propuesta.
- Estructura de la guía metodológica.
- Capacidad de motivación al estudiante.
- Adecuación a los destinatarios.
- Fomento del autoaprendizaje.
- Estímulo a la creatividad del estudiante.
- Operatividad de la guía y vínculo con la tecnología.

Algunos de los resultados de las estadísticas presentadas se muestran en el gráfico 1.

Con la aplicación práctica de la metodología presentada, durante 5 años, se ha constatado, además, una significativa aceptación de la disciplina de Grafica por los estudiantes; mayor nivel de desarrollo de sus habilidades respecto a los cursos anteriores; y una elevada motivación, lo cual fomenta el autoaprendizaje y estimula su creatividad.

Conclusiones

1. El estudio de las rugosidades superficiales en Gráfica de Ingeniería se ha logrado favorecer durante el proceso de enseñanza aprendizaje, gracias a la aplicación de esta metodología puesta en práctica durante los últimos tres años académicos en la carrera de Ingeniería Agrícola e Ingeniería en Procesos Agroindustriales.

2. De esta manera los estudiantes logran definir qué valores de rugosidad establecer para las superficies de las piezas que diseñan y dibujan en el plano, a pesar de que la disciplina se ubica dentro del plan de estudio en el primer semestre de la carrera, mientras que la asignatura que aborda el contenido teórico exhaustivo sobre rugosidades,



es estudiada en semestres más avanzados, así como de que el tiempo que se le asigna a la disciplina es cada vez en menor en los nuevos planes de estudio.

3. Se dispone de una tabla que permite establecer el valor Ra o Rz indistintamente para cada tipo de calidades de las superficies; y los ejercicios referidos a rugosidades se liberan del carácter reproductivo.

Referencias bibliográficas

Bogolyubov, S. (1989). *Dibujo Técnico*. Moscú: Mir.

Domenech, J. (1986). *Dibujo Mecánico*. La Habana: Pueblo y Educación.

Grupo de Tecnología Mecánica - *Procesos de Fabricación*. (2017). Recuperado de [/www3.fi.mdp.edu.ar/ tecnología de archivos/ Rugosidad Superficial](http://www3.fi.mdp.edu.ar/tecnología%20de%20archivos/Rugosidad%20Superficial).

Pérez, J. (2009). *Acabados Superficiales*. Madrid, Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Aeronáutica: Editorial de la Universidad Politécnica de Madrid.

Rodríguez, O. (1986). *Dibujo Aplicado para Ingenieros*. Tomos 1 y 2. La Habana: Pueblo y Educación.

Rodríguez, O. (1987). *Manual de trabajos prácticos de dibujo aplicado*. La Habana: Pueblo y Educación.

Rubio, H. (2012). *Rugosidades Superficiales*. Madrid, Departamento de Ingeniería Mecánica: Editorial de Universidad Carlos III de Madrid.

Rugosidad mecánica. (2019). Recuperado de <https://es.wikipedia.org/> - Wikipedia, la enciclopedia libre.

Sebastián, J. (2020). Recuperado de [https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/Evaluación de los parámetros de la rugosidad superficial/Universidad autónoma de occidente/ Barrero](https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/Evaluación%20de%20los%20parámetros%20de%20la%20rugosidad%20superficial/Universidad%20autónoma%20de%20occidente/Barrero).



Velázquez, J. (2007). *Diseño del programa de la disciplina Dibujo Técnico, sobre la base de competencias profesionales, para la carrera Licenciatura en Construcción de Maquinaria*. (Tesis de Maestría). Universidad de Ciencias Pedagógicas “Blas Roca Calderío”. Manzanillo, Cuba.

Velázquez, J. (2019). Ponencia *Propuesta metodológica para el estudio de Planos de Ensamble*. VII Reunión de la Comisión Nacional de la disciplina Gráfica de Ingeniería. Universidad de Pinar del Río.

Vishnepolski, I. (1987). *Dibujo Técnico*. Moscú: Editorial MIR.

