

DETERMINACION DE UN SISTEMA PARA EL CONTROL DE LA CALIDAD EN LA RECEPCION DE PIEDRAS ABRASIVAS.

Ing. Maximiliano Marchisio

Bolland y cia. Planta Egon Ostry, Comodoro Rivadavia

Sinopsis:

Hay casos en que los requisitos de calidad de un producto están definidos por atributos que son evaluados por métodos fuertemente influenciados por características subjetivas inherentes al evaluador. Tal es el caso de aromas, colores, texturas, etc.

La solución tradicional a este problema es, en general, el establecimiento de patrones de apariencia tipo pasa / no-pasa, en combinación con un alto nivel de entrenamiento del personal evaluador.

En los procesos industriales, donde están involucrados controles sobre lotes constituidos por una gran cantidad de elementos, se hace casi imprescindible el desarrollo de métodos automatizados para la solución de este problema.

Este trabajo describe el desarrollo de un proceso de control de los abrasivos utilizados en el bruñido de tubos para bombas de profundidad, por identificación de imágenes mediante un sistema computarizado.

El nuevo método de análisis de abrasivos, permite contar con indicadores que pueden identificar un abrasivo para bruñido de acuerdo a sus características cualitativas, y sobre esa base, poder predecir su comportamiento al ser aplicado al proceso.

El aseguramiento de la calidad de los abrasivos, se tradujo directamente en una mejora en la calidad del producto final y en una significativa reducción del scrap y el reproceso.

Introducción:

A principios del año 2003 nos encontramos con un problema muy marcado en la productividad de la línea de fabricación de los barriles para bombas de profundidad.

El problema consistía en que la calidad de los abrasivos que nos entregaban tres diferentes proveedores no era constante a lo largo del tiempo.

Esta variabilidad en los tipos de abrasivos nos obligaba a cambiar permanentemente nuestros procesos, debiendo adaptarlos a la partida del abrasivo que habíamos recibido.

Esto causaba que nuestro proceso tuviera un componente artesanal muy marcado, dificultando la estandarización y quedando a criterio del operario la selección de algunas de las variables más críticas del proceso.

Nos vimos en la necesidad de desarrollar un método, para el control de recepción de los abrasivos, que nos asegurara un estándar de calidad aceptable. Con esto buscábamos, además, obtener elementos medibles para efectuar eventuales reclamos al proveedor.

El método desarrollado nos da la posibilidad de contar con indicadores que pueden identificar un abrasivo para bruñido de acuerdo a sus características cualitativas y, en base a ellas, poder predecir su comportamiento en el proceso.

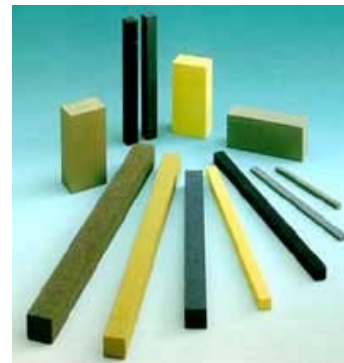


Figura1.- Modelos de piedras para bruñir barriles

Desarrollo:

Antes de referirnos a los beneficios obtenidos con este nuevo método de análisis, conviene efectuar una reseña sobre cómo se desarrolla nuestro proceso y los controles que se realizan a nuestro producto en las distintas etapas.

El producto al cual se aplica es un barril de bomba mecánica de profundidad para extracción de petróleo. Este elemento es un tubo sin costura de acero con longitudes que varían entre los 6 y los 24 pies, y en diámetro interior varía entre 1,05" y 3,25".

Para otorgarle resistencia al desgaste, se le realiza un recubrimiento de cromo duro interior por medio de un proceso de galvanoplastia.

Las etapas del proceso para la fabricación del barril son:

1. Enderezado e identificado
2. Bruñido interior
3. Inspección interna con fibra óptica y verificación dimensional.
4. Cromado duro Interior
5. 2do Bruñido posterior al cromado
6. Inspección interna dimensional y visual con fibra óptica luego de cromado

Planteo del problema:

El problema al cual nos enfrentábamos era la flexibilidad que debíamos tener con nuestro proceso para adaptarnos a los abrasivos que recibíamos.

Esto causaba que los tiempos de fabricación se dilataran y eventualmente que aumentaran los niveles de reproceso y scrap.

Algunos de los defectos que tenían los abrasivos eran:

- Pulido: llegado a un determinado punto el abrasivo ya no desgastaba el acero, no importa cuánto tiempo pase ni cuanta presión se le aplique.
- Granos de dureza diferente: Solían aparecer dentro del abrasivo granos de dureza superior a la dureza propia del abrasivo. Durante la inspección se detectaban fácilmente rayas dentro del barril bruñido que obligaban al descarte del mismo.
- Poca duración: Algunos abrasivos tenían una vida útil muy reducida, algunos de un 30% comparándolos con los estándares.

Los casos de “pulido” y “poca duración” no causaban problemas de calidad en el barril, pero si dilataban el tiempo de proceso ya que se debían cambiar los abrasivos en el cabezal de la bruñidora.

Desarrollo de la solución:

Se decide entonces encarar el desarrollo de herramientas que nos permitan la selección adecuada del abrasivo antes de entrar al proceso, ya que la calidad de dichos elementos variaba de acuerdo al proveedor y entre los lotes de un mismo proveedor.

Tras una extensa búsqueda de procedimientos factibles, la herramienta sugerida por los ingenieros de procesos de la planta fue el sistema de “Procesamiento y análisis de imágenes”. Esta herramienta permite formar una especie de “huella digital” del abrasivo en base a 5 parámetros obtenidos de una imagen de alta definición procesada por un software.

Para desarrollar este software, la gente de Ingeniería de Procesos trabajó en forma conjunta con uno de los laboratorios de la Universidad Tecnológica Nacional, Regional Concepción del Uruguay (Entre Ríos), por ser los más avanzados en este tema a nivel país.

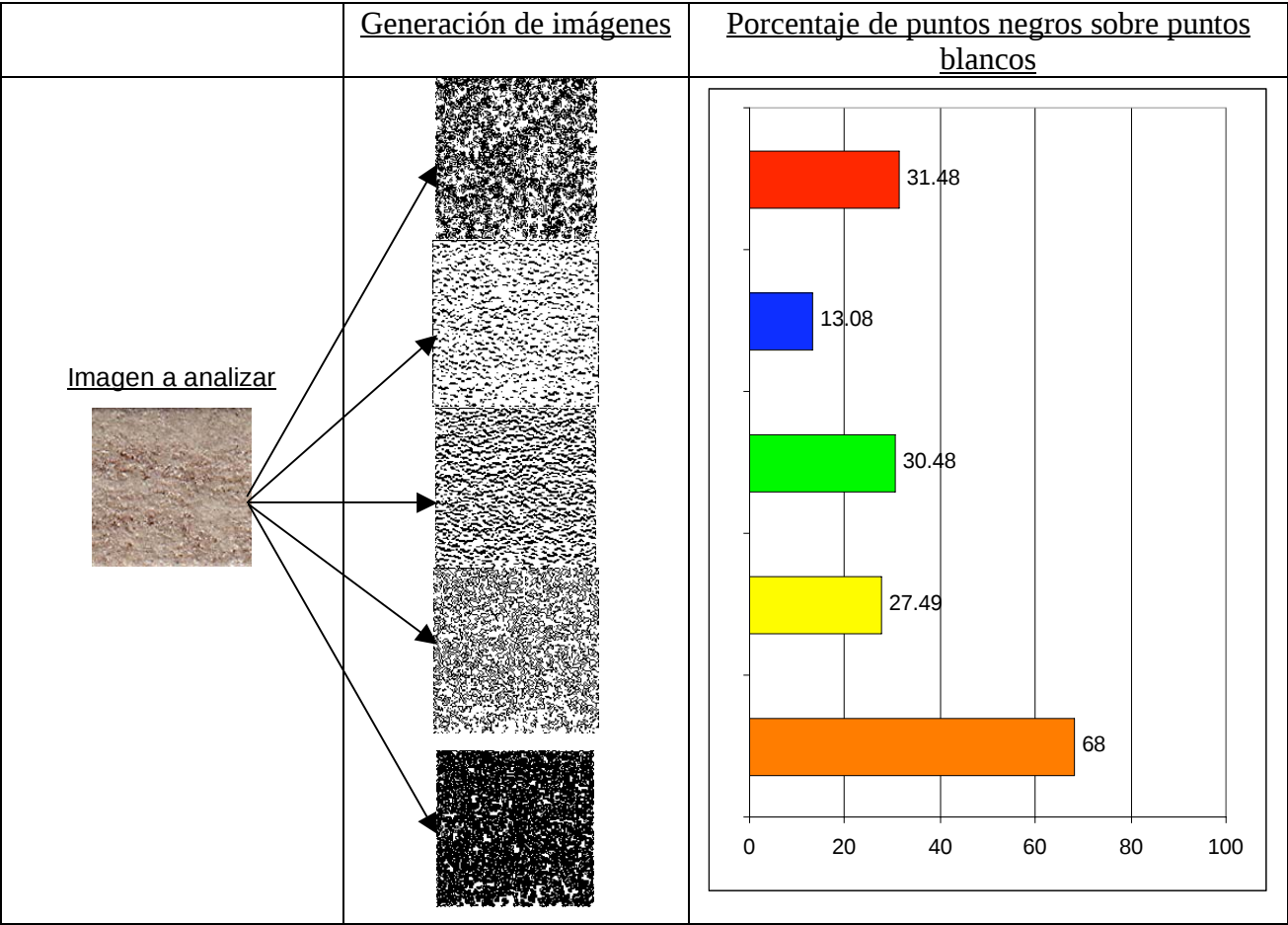


Figura 2.- Procesamiento y Análisis de la Imagen.

El “Procesamiento y análisis de imágenes” consiste en escanear un abrasivo, luego la imagen escaneada es analizada por el software creando 5 imágenes monocromáticas que muestran propiedades distintas del abrasivo, y finalmente cada una de estas imágenes es sometida a un conteo de puntos negros sobre puntos blancos obteniéndose un porcentaje de cada imagen generada.

De esta forma la “huella digital” que identifica cada abrasivo se forma de 5 valores (porcentajes)

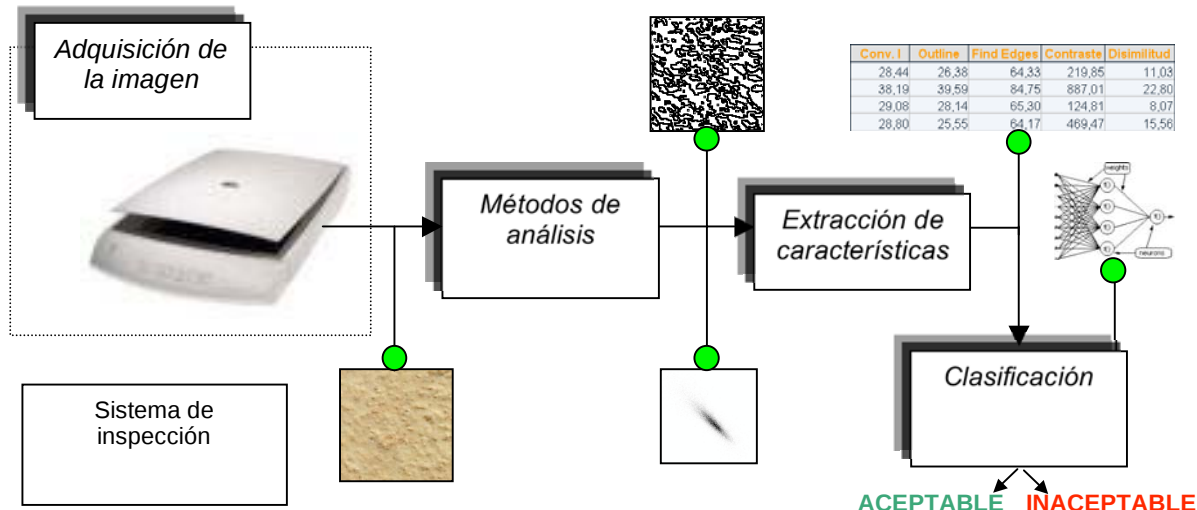
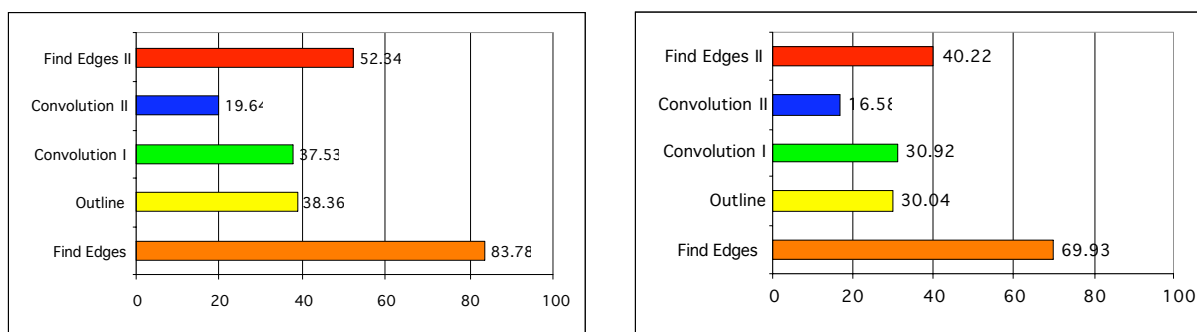


Figura 3.- Sistema de Inspección.



Calidad excelente (patrón de comparación)

Calidad mala

Figura 4.- Ejemplo de comparación entre abrasivos

Si bien el procesamiento y análisis era una herramienta eficiente a la hora de “comparar” abrasivos se necesitaba otra herramienta capaz de juzgar que abrasivo era bueno y que abrasivo no lo era, entonces se rediseñó el sistema de toma de tiempos y posterior procesamiento de la información. A esta compilación de información se la llamó “Hoja de análisis de bruñido”.

La “Hoja de análisis” debía ser de fácil y rápida lectura, dando información como:

- Tiempo total de proceso
- Efectividad del abrasivo
- Medidas sucesivas que fue tomando el barril
- Si se cumplió el tiempo previsto o no
- El resultado de la inspección con fibra óptica posterior

durante el relevamiento de datos del proceso, debían anotarse minuciosamente todas las acciones tomadas, Ej: cuánto tiempo funcionaba la máquina, que hacía el operario mientras la máquina trabajaba, cómo medía el diámetro interior durante el proceso, si realizaba cambios en la posición del barril, si cambiaba de abrasivos, en que orden armaba el cabezal, cómo pegaba los abrasivos, etc.

El método seleccionado para mostrar toda esta información es un método gráfico, de tipo cartesiano, en el cual los valores en sus ejes serían X- tiempo Y-sobre espesor de material. En una planilla anexa se muestra el resto de la información. La hoja tendría también algunos pequeños gráficos para simplificar aún más su lectura.



- Tiempo de proceso menor al previsto



-Tiempo de proceso mayor al previsto

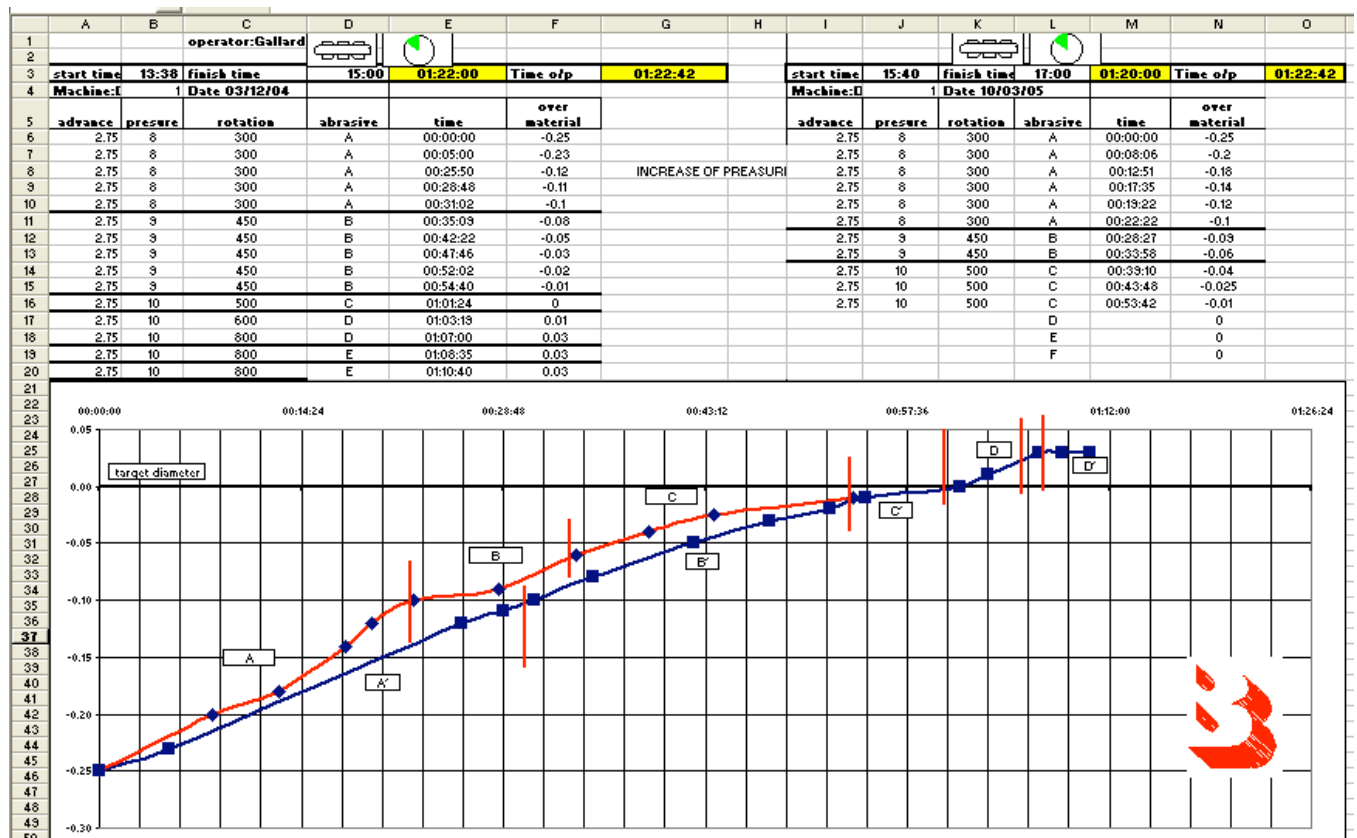


Figura 5: Ejemplo de “hoja de análisis” en una comparativa de dos procesos (rojo y azul)

Aplicación de las nuevas herramientas al proceso de selección de abrasivos:

La primera parte sería de recopilación de información, por lo tanto comenzamos a tomar estadísticamente abrasivos de diferentes paquetes que componían un envío, realizando las hojas de análisis de estos para establecer una estadística.

Luego de realizar las hojas de análisis se les realizaba el procesamiento y análisis de imágenes, ambas hojas se colocaban en una base de datos.

Durante 10 semanas se analizaron múltiples envíos de diferentes abrasivos y diferentes proveedores. Confeccionando con los datos recibidos una frondosa base de datos.

Luego de la etapa de recopilación de datos, ya no fue necesario realizar la hoja de análisis, solamente escaneando pequeñas cantidades de abrasivos elegidos estadísticamente podíamos realizar el Procesamiento y Análisis y predecir su hoja de análisis, sobre todo en términos de velocidad de desbaste y calidad de terminación.

Por decirlo de otra manera, pudimos comenzar a “prejuizar” los envíos de abrasivos de acuerdo al Procesamiento y Análisis, y como ya no era necesario realizar la hoja de análisis, esto podía realizarse rápidamente.(el mismo día de recepción)

A título de anécdota, podemos decir que a inicios de este sistema de análisis, recibimos un envío de una conocida firma brasileña que fabrica abrasivos. En este envío las características de imagen eran considerablemente distintas a las de envíos anteriores, y su duración era considerablemente menor. Pero a simple vista no había diferencia. Al hacer el reclamo correspondiente enviamos la información recopilada “hoja de análisis” y “procesamiento y análisis de imagen”. En base a esta información los ingenieros de dicha compañía encontraron que uno de sus hornos provocaba un azufrado incompleto del abrasivo, alterando considerablemente su calidad.

Luego de agradecernos por el reclamo, el representante nacional repuso todos los abrasivos defectuosos.

Resultados y Conclusiones:

- Reducción del reproceso en el rubro barriles de un 36% a un 4%
- Mejora en la calidad de terminación de las superficies bruñidas
- Mayor precisión en la terminación del diámetro interior del barril

Queremos remarcar que tanto el software, como el método que permitieron estos resultados se lograron en cuestión de semanas gracias al trabajo conjunto de nuestra compañía con la universidad. En base a estos resultados tan positivos nos hemos propuesto reforzar este vínculo para el desarrollo de nuevos procesos de fabricación y herramientas para el control de calidad.

Bibliografía:

[GON] González y Wintz, Addison-Wesley, *Digital Image Processing*, EEUU, 1977.

[MOL] R. Molina, *Introducción al Procesamiento y Análisis de Imágenes Digitales*, Universidad de Granada, España, 1998.

[INF] INFLEXA S.A., *FAQ de minería de datos*, INFLEXA S.A., <http://www.inflexa.com/jsp/template.jsp?pag=mineria-datos.htm>, Chile, 2004.

[CAS] Vladimir Estivill-Castro, *Minería de datos*, Lania Newsletter VI, vol. 21 y 22, <http://www.lania.mx/biblioteca/newsletters/1997-otono-invierno/mineria.html>, México, 1997.

[JAI] A. Jain, J. Mao, y K. Mohiuddin, *Artificial Neural Networks: A Tutorial*, IEEE, 1996.

[MAR] E. Marks y D. Podchibiakin, *Curso Procesamiento y Análisis de Imágenes orientado a Ingeniería*, UTN-FRCU, Argentina, 2002.

[HAL] Mryka Hall-Beyer, *GLCM Texture: A tutorial*, Department of Geography University of Calgary, Canada, 2000.

[PRA] W. K. Pratt, *Digital Image Processing*, Wiley-Interscience Publication, tercera edición, EEUU, 2001.

- [MAS] Massey, *Texture Analysis using Co-Occurrence Matrix*, USA, 2001.
- [BRO] P. Brodatz, *Texture: A Photograph Album for Artists and Designers*, Dover Publications, New York, EEUU, 1956.
- [HAR] R. M. Haralick, K. Shanmugan, e I. Dinstein, *Texture Features for Image Classification*, IEEE Trans. Systems, Man and Cybernetics, SMC-3, November 1973, EEUU, 610–621.
- [ROS] A. Rosenfeld y E. B. Troy, *Visual Texture Analysis*, Proc. UMR–Mervin J. Kelly Communications Conference, Universidad de Missouri–Rolla, Rolla, MO, EEUU, 1970.
- [VXC] J. M. Valiente y G. Andreu, *Apuntes del Curso de Doctorado sobre Visión por Computador*, Departamento de Informática, Sistemas y Computadores (DISCA), Grupo Visión por Computador, Universidad Politécnica de Valencia, España, 2000.
- [SPC] Sigma Statistical Process Control, *Statistical Process Control Overview*, Sigma Statistical Process Control (SPC),
http://www.sixsigmaspc.com/spc/statistical_process_control.html, EEUU, 2004.

Software y hardware.

- [SCI] Scion Image[®] beta v4.0.2 para MS Windows[®] 9x/2000.
<http://www.scioncorp.com>
- [MAT] MATLAB[®] v5.3.0.10183 (R11) para MS Windows[®] 9x/2000.
<http://www.mathworks.com>
- [TIB] Tiberius[®] v2.3.0 para MS Windows[®] 9x/2000.
<http://www.philbrierley.com>