

**MEMORIA DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS**  
**PROYECTOS DE INNOVACIÓN PARA GRUPOS DOCENTES**  
**CURSO 2015/2016**

**DATOS IDENTIFICATIVOS:**

**1. Título del Proyecto**

*APLICACIÓN TRANSVERSAL SOBRE CALIDAD SUPERFICIAL EN INGENIERÍA DE FABRICACIÓN*

**2. Código del Proyecto**

*2015-2-5011*

**3. Resumen del Proyecto**

*Se ha fabricado y recubierto una serie de moldeos físicos: chapas rectangulares de Al-Mg, con distintos materiales poliméricos que han permitido abarcar distintos puntos de vista de la ingeniería de superficies que se contemplan en las asignaturas implicadas en este proyecto. Sobre estos modelos se ha podido medir, verificar, proponer estudios, informes, etc., y se ha desarrollado actividades académicamente dirigidas y trabajos por competencias.*

**4. Coordinador/es del Proyecto**

Nombre y Apellidos	Departamento	Código del Grupo Docente
GUILLERMO GUERRERO VACAS	MECÁNICA	094

**5. Otros Participantes**

Nombre y Apellidos	Departamento	Código del Grupo Docente	Tipo de Personal (1)
ÓSCAR RODRIGUEZ ALABANDA	MECÁNICA	094	PDI
EDAURDO TRUJILLO FLORES	MECÁNICA	094	PDI
JUAN CARLOS MELERO BOLAÑOS	MECÁNICA		PDI

(1) Indicar si se trata de PDI, PAS, becario/a, alumnado, personal contratado, colaborador o personal externo a la UCO

**6. Asignaturas implicadas**

Nombre de la asignatura	Titulación/es
INGENIERIA DE FABRICACIÓN	GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA
INGENIERIA DE FABRICACIÓN	GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA
INGENIERIA DE FABRICACIÓN	GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA
PROCESOS DE FABRICACIÓN, METROLOGÍA Y CONTROL DE CALIDAD	GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA
FABRICACIÓN ASISTIDA POR ORDENADOR	GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA
INGENIERÍA DE MATERIALES	GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA
CÁLCULO Y DISEÑO DE MÁQUINAS	GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA
DIBUJO TÉCNICO	GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

# MEMORIA DEL PROYECTO DE INNOVACIÓN DOCENTE

## 1. **Introducción** (justificación del trabajo, contexto, experiencias previas, etc.).

En los procesos de fabricación resulta de gran importancia valorar la textura de los acabados de las piezas fabricadas. Las técnicas para fabricar piezas, elementos de máquinas, útiles, etc., dedican especial atención al acabado superficial. Los diseñadores de estos procesos, a su vez, deben de tener en cuenta en su documentación técnica los valores de la rugosidad. En el diseño de máquinas es, de igual modo, de especial valor, la calidad superficial, pues está relacionada con el coeficiente de rozamiento, desgaste, fricción, deslizamiento, ajuste, etc. En definitiva, en diversos campos del conocimiento de la producción o fabricación mecánica existe la necesidad estudiar la rugosidad y los parámetros que la definen. En algunas asignaturas del Grado en Ingeniería Mecánica como son Ingeniería de Fabricación, Procesos de Fabricación Metrología y Control de Calidad, Cálculo y Diseño de Máquinas, Ingeniería de Materiales, etc., estudian la influencia del acabado superficial. En este contexto, este trabajo, plantea una actividad académica transversal, pues afecta a una gran cantidad de asignaturas, en la que se muestren los conceptos de acabado superficial y la relación con alguno de los contenidos que se desarrollan en las distintas asignaturas. También se ha desarrollado parcialmente la actividad en la asignatura de Ingeniería de Fabricación de los Grados de Ingeniería Electrónica e Ingeniería Eléctrica.

Además en ingeniería mecánica, existen multitud de elementos mecánicos que son tratados y recubiertos superficialmente con objeto de adecuarse a las especificaciones de diseño. Podríamos citar desde cualquier elemento de transmisión mecánica: árbol de transmisión, ejes, engranajes, pares cinemáticos, cadenas de transmisión, hasta elementos relacionados con la unión de partes: tornillos, roblones, remaches... o todo tipo de elementos mecánicos como frenos, embragues, levas, volantes de inercia, etc.

Esta actividad ha englobado varias de las líneas de acción prioritarias contempladas en el Plan de innovación docente del curso 2015/2016 como:

- Las actividades académicamente dirigidas
- El trabajo por competencias

## 2. **Objetivos** (concretar qué se pretendió con la experiencia).

El objetivo de este proyecto ha sido desarrollar una actividad docente coordinada entre distintas asignaturas del Grado de Mecánica, del Grado de Electricidad y Grado de Electrónica. Los docentes del área de conocimientos de Ingeniería de los Procesos de Fabricación del Departamento de Mecánica de la Universidad de Córdoba han sido los coordinadores y responsables de la actividad.

Se ha fabricado y recubierto una serie de moldeos físicos con distintos materiales poliméricos que han permitido abarcar distintos puntos de vista que se contemplan en las asignaturas implicadas en este proyecto. Sobre estos modelos se ha podido medir, verificar, proponer estudios, informes, etc.

Durante el desarrollo de las asignaturas implicadas en este proyecto se han propuesto una serie de sesiones prácticas coordinadas por el profesor responsable, en cada caso. Estas prácticas han dado lugar a informes y a la realización de una actividad final sobre propiedades, características y aplicaciones de los recubrimientos en el ámbito mecánico, eléctrico y electrónico. Estas sesiones prácticas han sido:

- Caracterización dimensional de las chapas. (Ingeniería de Fabricación)
- Caracterización superficial. Determinación de los valores de rugosidad Ra, Rz y Rq (Procesos de Fabricación Metrología y Control de Calidad)
- Determinación del espesor de recubrimiento. (Ingeniería de Fabricación)

- Caracterización de dureza del recubrimiento. (Ingeniería de Fabricación)

Otro objetivo obtenido ha sido potenciar la coordinación docente entre los responsables de las distintas asignaturas implicadas. De igual modo se ha dotado al alumno de una referencia física a través de un modelo común, que ha permitido visualizar lo mismo en distintos ámbitos, mejorando competencias transversales de análisis y síntesis, de resolución de problemas y de puesta en práctica de conocimientos teóricos.

### 3. Descripción de la experiencia (exponer con suficiente detalle qué se ha realizado en la experiencia).

Para realizar los ensayos sobre calidad superficial se han elegido probetas de aluminio, placas rectangulares, sobre las cuales se han aplicado una serie de recubrimientos poliméricos alcanzando distintas texturas.

La aplicación de los recubrimientos en las distintas probetas se ha realizado por contratación externa a una empresa de experiencia en este ámbito.

Se han estudiado texturas con recubrimientos de diversos tipos de polímeros fluorados después de haber sido aplicados, en su estado inicial: listas para su uso, y tras el ataque mediante un chorreado, es decir, desgastadas tras un ataque artificial por abrasión mecánica.

Estos recubrimientos tienen una amplia aplicación en elementos que requieran unas determinadas propiedades antiadherentes, baja fricción, alto desmoldeo, alto deslizamiento. Son recubrimientos utilizados en diversos sectores industriales: alimentación, industria mecánica, industria química, industria de transformación de plásticos, etc.

Se han definido los parámetros a estudiar en estas texturas aplicadas y se ha propuesto la posible influencia que podría tener estos valores desde el punto de vista de su utilidad final.

El manejo de estos conceptos permite y permitirá (algunas asignaturas serán cursadas en años académicos posteriores al presente) profundizar y obtener una visión integral sobre la calidad superficial en las ingenierías de ámbito industrial. En la tabla que se adjuntan se comentan los resultados.

**Tabla1. Asignaturas implicadas y tareas relacionadas**

Asignaturas del Grado en Ingeniería Mecánica	Curso y cuatrimestre	Conceptos en Guía docente	Tareas
Ingeniería Fabricación	2º Curso. 2º Cuatr.	Tema 4. Medición dimensional: instrumentos básicos	Manejo de equipos de metrología dimensional
Cálculo y Diseño de Máquinas	3er Curso. 1er Cuatr.	3.2 Cojinetes de fricción. 3.3 Cojinetes de rodadura (rodamientos).	Estudio de la relación acabado superficial/fricción
Ingeniería de Materiales	3er Curso. 1er Cuatr.	Selección de materiales para ingeniería.	Materiales, su estado y la influencia en los acabados superficiales
Dibujo Técnico	3er Curso. 1er Cuatr.	B.12. Indicaciones de los estados superficiales en los Dibujos objeto y campo de aplicación (UNE 1037-83, ISO 1302)	Expresión gráfica de los estados superficiales
Procesos de Fabricación Metrología y Control de Calidad	4º Curso. 1er Cuatr.	Tema 4. Medida de la calidad superficial.	Parámetros de rugosidad y manejo del rugosímetro

En las asignaturas implicadas en el área de Ingeniería de Procesos de Fabricación, el docente ha propuesto una guía detallada con los objetivos y las acciones a desarrollar, los criterios de calificación, la fecha y modo de entrega y todos los detalles para la realización de una actividad o un informe sobre calidad superficial. La actividad transversal comienza en la asignatura de Ingeniería de Fabricación (2º curso) y termina en Procesos de Fabricación Metrología y Control de Calidad (4º curso).

4. **Materiales y métodos** (describir el material utilizado y la metodología seguida).

Se describe el material y la metodología utilizada en el proyecto.

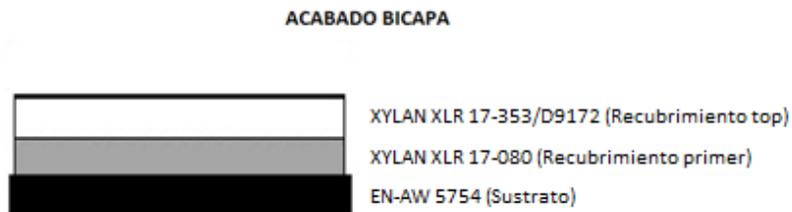
El sustrato que se ha tratado es una aleación de aluminio magnesio (AlMg3) designado por la norma como EN-AW 5754 que se utiliza por su alta conformabilidad, sus buenas propiedades mecánicas y bajo peso además de permitir el contacto con alimentos. Esta aleación tiene diversas características: su excelente resistencia a la corrosión y a altas temperaturas, una gran dureza, buena manejabilidad, buena soldabilidad, entre otras. Se suele utilizar en sustratos para la industria de la alimentación, particularmente en panificación y afines, en estructuras soldadas, separadores, entre otras aplicaciones.

En la tablas 2 se resumen algunas de las propiedades mecánicas de este material.

**Tabla 2. Propiedades mecánicas del AlMg3**

Propiedades mecánicas	
Límite Elástico Rp0,2	80 MPa
Carga de Rotura	190 MPa
Elongación A50	12 %
Dureza HBW	50 (2,5/62,5)

El recubrimiento utilizado es un fluoropolímero PTFE suministrado por la marca comercial Whitford y es aplicado sobre sustratos de AlMg3, EN-AW 5754. Sobre esta superficie se ha aplicado un recubrimiento multicapa que ha consistido en un primer (o recubrimiento inferior) definido como XYLAN XLR 17-080 y después se le aplica sobre éste un top (o recubrimiento superior) definida como XYLAN XLR 17-353/D9172. En conjunto este producto es un recubrimiento rico en PTFE. En la figura 1 se muestra el esquema descrito.



**Figura 1. Esquema de recubrimiento multicapa de PTFE**

El revestimiento Eterna es un excelente recubrimiento antiadherente con base de PTFE que se caracteriza por su alto desmoldeo, larga vida y facilidad de aplicación. Las muestras son placas de aluminio-magnesio rectangulares de 140x120 mm<sup>2</sup> de 1,2 mm de espesor. Estas muestras fueron suministradas por la empresa Tecnimacor.

Para la medición de la rugosidad de la superficie se ha usado un equipo de medida Mitutoyo SJ-201 (figura 2) donde se miden parámetros de rugosidad relevantes, seleccionando la longitud básica de muestreo y la longitud de evaluación.



**Figura 2. Rugosímetro Mitutoyo SJ-201**

Los parámetros usados para la medida de rugosidad han sido:

Desviación media aritmética, Ra. Es el parámetro más general para definir el acabado superficial. Se define como la media de los valores absolutos de las ordenadas  $Z(x)$ , comprendida en la longitud de muestreo, si dicha área (franja elemental del perfil de rugosidad,  $|Z|dx$ ), la dividimos por la longitud de muestreo (L), tendremos el parámetro Ra, definiéndolo como:

$$Ra = \frac{1}{L} \int_0^L |Z| dx$$

Suele expresarse en  $\mu\text{m}$  y para su determinación se calcula su valor en cada una de las longitudes básicas comprendidas en una longitud de exploración y se calcula la media de todos ellos.

Desviación media cuadrática, Rq. El parámetro indica la media cuadrática de los valores absolutos de las ordenadas  $Z(x)$ , comprendidas en una longitud básica o de muestreo.

$$Rq = \sqrt{\frac{1}{L} \int_0^L Z^2 dx}$$

Frente a la media aritmética, presenta la ventaja de que es más sensible a las alturas ocasionales que aparecen en el perfil, por considerar el cuadrado de las irregularidades.

Máxima altura de perfil, Rz. Suma de la máxima altura del pico,  $Z_p$  y de la máxima profundidad del valle,  $Z_v$ , comprendida en una longitud básica. Donde se calculará por.

$$Rz = Rp + Rv$$

Donde Rp y Rv, son la máxima altura de pico y de valle, respectivamente.

Se han seguido dos procedimientos para la determinación del espesor y pérdida de espesor del recubrimiento.

Medida directa. Se ha usado un instrumento para la medición de espesor mediante una sonda conectada a una interfaz. Se han realizado lecturas del recubrimiento sobre el sustrato y, posteriormente tras el chorreado. La diferencia muestra la pérdida de espesor. El instrumento usado es Fischer MPOR-FP representado en la figura 3.



**Figura 3. Medida de espesor Fischer MP0R-FP**

Cálculo de espesor por pérdida de masa. Para este método se pesaron todas las muestras en una balanza Gibertini Crystal 200CAL antes de ser chorreadas. Con posterioridad se midieron los pesos de las muestras tras ser chorreadas. Con la estimación de la densidad del polímero y la superficie chorreada se puede determinar la pérdida de espesor.

$$\rho = \frac{\Delta m}{\Delta V} = \frac{\Delta m}{S \cdot \Delta e}$$

Siendo “ $\Delta m$ ” la pérdida de masa, “S” la superficie chorreada, y “ $\Delta e$ ” la pérdida de espesor, que despejada de esta ecuación queda:

$$\Delta e = \frac{\Delta m}{S \cdot \rho}$$

En la figura 4 podemos ver la balanza Gibertini Crystal 200CAL.



**Figura 4. Balanza Gibertini Crystal 200CAL**

El chorreado también conocido como "sand blasting" utiliza todo tipo de abrasivos, entre ellos: sílice, vidrio, óxido de aluminio, partículas de acero e incluso materiales orgánicos como el bicarbonato o la cáscara de nuez, entre otros. Es un método frecuente debido a su bajo coste y a la gran diversidad de piezas con distintas geometrías sobre las que se puede actuar.

La figura 5 representa la cabina de chorreado que se ha usado Sandblast Cabinet CAT-990. Se trata de un equipo de uso manual que proyecta el abrasivo por un sistema de succión. El equipo está dotado de una "pistola" por la que se proyecta el abrasivo, una cabina cerrada en la que se ubican las piezas a tratar y una serie de elementos de reglaje: manómetro de presión, pedal de accionamiento, entre otros. La cabina está dotada de un filtro de mangas y un extractor para eliminar el polvo. Esta cabina usa el efecto Venturi por el

cual cuando el aumento de velocidad es muy grande se producen presiones negativas y si en este punto del conducto se introduce el abrasivo se mezclará con el aire y será proyectado contra la muestra.



**Figura 5. Cabina de chorreado**

Para poder tener uniformidad en el chorreado se fabricó una estructura (figura 6) para fijar la pistola de chorreado, de este modo se pudieron fijar las variables de distancia y ángulo.



**Figura 6. Estructura para cabina de chorreado**

##### **5. Resultados obtenidos** (concretar y discutir los resultados obtenidos y aquellos no logrados, incluyendo el material elaborado).

El desarrollo de este proyecto ha permitido adquirir diversas placas de aluminio magnesio de EN-AW5754 H32 sobre las que se han aplicado los recubrimientos fluoropoliméricos que han permitido ser utilizadas para el desarrollo de las actividades e informes que se han descrito.

Como resultado del proyecto los alumnos han generado y generaran diversos informes y trabajos que tienen un nexo común y que permite mejorar el sentido de continuidad a asignaturas que se imparten en distintos cursos académicos. Todos estos aspectos están ligados en la disciplina conocida como calidad superficial en la ingeniería de superficies.

Los equipos que permiten los diversos ensayos sobre estas materias están disponibles en los diversos espacios para realizar las prácticas de estas asignaturas y lo estarán en sucesivos cursos académicos. La actividad ha sido un vector para ponerlos a punto, en algún caso, o para poder utilizarlos desde otro ámbito tecnológico poco desarrollado.

Los alumnos han podido familiarizarse con los aspectos técnicos y prácticos de los recubrimientos industriales y durante las sesiones teóricas de las distintas asignaturas se ha podido hacer especial hincapié en las aplicaciones de estos recubrimientos.

El manejo y conocimiento de estos equipos ha dado pie para la propuesta y desarrollo de dos TFG relacionados con la calidad superficial.

La actividad ha permitido activar las habilidades de los alumnos referidas a la enseñanza en competencias y el

aprendizaje a través de actividades académicamente dirigidas.

**6. Utilidad** (comentar para qué ha servido la experiencia y a quiénes o en qué contextos podría ser útil).

Tras el la puesta en marcha de este proyecto podemos decir que los alumnos implicados en el mismo ( hay que recordar que algunas actividades y asignaturas tienen carácter optativo) han podido establecer las características y propiedades básicas de un recubrimiento superficial: indicadores de la calidad superficial, espesor del recubrimiento, pérdida por desgaste, etc...

Además los alumnos han desarrollado un análisis crítico sobre las expectativas de aplicabilidad de los recubrimientos seleccionados en función de los datos obtenidos y de las características del polímero. Han podido adquirir las destrezas suficientes para saber interpretar las propiedades más importantes de un recubrimiento industrial relacionado con la calidad superficial. También han desarrollado competencias específicas para poder establecer las especificaciones de diseño de un recubrimiento industrial.

**7. Observaciones y comentarios** (comentar aspectos no incluidos en los demás apartados).

Sin duda alguna la baja cantidad de la ayuda concedida no ha permitido poder utilizar otros tipos de recubrimientos poliméricos. Si estos hubiesen sido estudiados, es innegable que los alumnos hubiesen ampliado los conocimientos sobre los aspectos tecnológicos de los recubrimientos industriales relacionados con la calidad superficial.

**8. Bibliografía.**

1. J.A. Puértolas, R. Ríos, M. Castro, and J.M. Casals. Tecnología de superficies en materiales. Síntesis, 2010.
2. DuPont. Dupont Teflon®AF. Disponible en web: <[http://www2.dupont.com/Teflon\\_Industrial/en\\_US/assets/downloads/h44587.pdf](http://www2.dupont.com/Teflon_Industrial/en_US/assets/downloads/h44587.pdf)>, Consultado: 25-04-2016.
3. Eduardo Trujillo Flores y Guillermo Guerrero Vacas. Bloque I: Metrología, Tolerancias y Verificación, 2015.
4. Angélica María Goncalves Dos Santos. Medida del grado de anti-adherencia de recubrimientos repelentes. Trabajo Fin de Grado, Universidad de Granada, 2015.
5. Paz Gómez. G. Estudio de repelencia al agua y análisis topográfico de recubrimientos antiadherentes superhidrofóbicos. Trabajo fin de máster Universidad de Granada. 2016.
6. Tecnimacor. Granallado y Chorreado. Disponible en web: <<http://www.tecnimacor.es/productos/granallado-y-chorreado>>. Consultado: 12-5-16.
7. ASTM D3359-09. Standard test methods for measuring adhesion by tape test. ASTM International, 2009.
8. UNE-48269:1995. Pinturas y barnices. Dureza de película. Método del lápiz. AENOR. Madrid. 1995.
9. UNE-EN 573-3:2009. Aluminio y aleaciones de aluminio. Composición química y forma de los productos de forja. Parte 3: Composición química y forma de los productos. 2009
10. UNE-EN ISO 148-1:2009. Materiales metálicos. Ensayo de flexión por choque con péndulo Charpy. Parte 1: Método de ensayo. AENOR. Madrid. 2009
11. UNE-EN ISO 2409:2007. Pinturas y barnices. Ensayo de corte por enrejado. AENOR. Madrid. 2007
12. UNE-EN ISO 2808:2007. Pinturas y barnices. Determinación del espesor -de película. AENOR. Madrid. 2007
13. UNE-EN ISO 4287:1999. Especificación geométrica del producto GPS. Calidad superficial: Método del perfil. Términos, definiciones y parámetros del estado superficial. AENOR. Madrid. 1999

**9. Mecanismos de difusión**

Las actividades y resultados han sido publicados en la plataforma de enseñanza virtual de la universidad (Moodle) de las asignaturas y los TFG realizados en el repositorio de la EPS y de la UCO sobre Trabajos fin de Grado.

## **10. Relación de evidencias que se anexan a la memoria**

Para la realización de los diversos informes se han elaborado cuadernillos de prácticas para cada tipo de práctica. A modo de evidencia se anexan las hojas de resultados que los alumnos deben cumplimentar. Se detallan:

Anexo nº 1. Dimensiones de las muestras

Anexo nº 2. Chorreado

Anexo nº 3. Rugosidad

Anexo nº 4. Medida del peso

Anexo nº 5. Pérdida de espesor

**En Córdoba a 8 de septiembre de 2016**

**Sra. Vicerrectora de Estudios de Postgrado y Formación Continua**

## ANEXO N° 1

### DIMENSIONES DE LAS MUESTRAS

ID. Ensayo	Medida de las dimensiones de las muestras. E1.
Fecha	2016
Material	Acero aluminizado (DX51D+AS120 B CO)
Estado	Suministro y tratado con <i>HCl</i>
Ubicación	Laboratorio de CNC de la Universidad de Córdoba
Norma	–

Equipo	Pie de rey "Garant". Apreciación: 0,02mm.
Imagen	

### RESULTADOS

Muestra	Ancho [mm]	Largo [mm]	Largo tratado [mm]
1	30,10	75,50	44,00
2	30,80	73,54	43,50
3	29,40	75,50	46,84
4	28,80	74,62	43,58
5	25,40	73,48	50,30
6	29,72	74,50	43,32
7	28,50	73,34	43,84
8	29,58	73,60	47,00
9	28,78	73,80	44,82
10	28,20	73,40	45,40
11	24,74	71,68	41,44
12	31,42	75,50	41,18
13	29,72	72,86	49,30
14	30,00	71,32	48,60
15	30,20	75,68	46,00
16	29,68	74,80	51,00
17	28,80	74,72	36,12
187	29,34	72,42	42,16

## ANEXO N° 2

# CHORREADO

### Descripción

<b>MATERIAL</b>	PTFE	
<b>EQUIPO</b>	SANDBLAST CABINET – CAT990	<b>UBICACIÓN</b>
<b>FECHA</b>	10 de DICIEMBRE del 2015	UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA LABORATORIO DE SOLDADURA

<b>PROBETA</b>	<b>Ancho</b>	30 mm	<b>OBSERVACIONES</b> Estas muestras que reflejamos en este registro, son las muestras finales, en las que vamos a reflejar nuestro análisis.
	<b>Largo</b>	40 mm	

<b>Díámetro de la boquilla (mm)</b>	6 mm
-------------------------------------	------

### Datos obtenidos

	Tipo de abrasivo	PRESIÓN (MPa)	TIEMPO (s)	DISTANCIA (mm)	ANGULO (Grados)
<b>MUESTRA 2.2</b>	Bicarbonato	0,3	25	300	135°
<b>MUESTRA 2.5</b>	Bicarbonato	0,3	26	300	135°
<b>MUESTRA 2.6</b>	Bicarbonato	0,3	15	300	135°
<b>MUESTRA 4.3</b>	Marrón	0,2	10	300	135°
<b>MUESTRA 4.5</b>	Marrón	0,1	40	300	135°
<b>MUESTRA 4.6</b>	Marrón	0,1	30	300	135°

### IMÁGENES DEL EQUIPO/ENSAYO

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Abrasivo bicarbonato</li> </ul>  <ul style="list-style-type: none"> <li>- Abrasivo marrón</li> </ul> 
---	--

## ANEXO N° 3

# RUGOSIDAD

### Descripción

<b>MATERIAL</b>	PTFE	
<b>EQUIPO</b>	MITUTOYO SJ-201	<b>UBICACIÓN</b> UNIVERSIDAD DE CORDOBA LABORATORIO DE METROLOGÍA
<b>FECHA</b>	10 de DICIEMBRE del 2015	

			OBSERVACIONES
<b>PROBETA</b>	Ancho	30 mm	Estas muestras que reflejamos en este registro, son las muestras finales, en las que vamos a reflejar nuestro análisis.
	Largo	40 mm	

### Datos obtenidos

	Inicial	Final
Longitud de onda básica (mm)	0,8	2,5
Longitud de evaluación (mm)	4,0	12,5

	Tipo de abrasivo	Inicial			Final		
		R <sub>a</sub> (μm)	R <sub>z</sub> (μm)	R <sub>q</sub> (μm)	R <sub>a</sub> (μm)	R <sub>z</sub> (μm)	R <sub>q</sub> (μm)
MUESTRA 2.2	Bicarbonato	1,34	7,55	1,74	7,12	38,21	8,44
MUESTRA 2.5	Bicarbonato	1,14	6,34	1,43	6,27	35,23	7,66
MUESTRA 2.6	Bicarbonato	1,30	6,23	1,57	5,49	36,16	6,81
MUESTRA 4.3	Marrón	1,30	7,12	1,60	4,42	32,21	5,70
MUESTRA 4.5	Marrón	1,50	7,73	1,84	4,18	27,75	5,22
MUESTRA 4.6	Marrón	1,41	7,54	1,77	3,89	28,57	5,00

### IMÁGENES DEL EQUIPO/ENSAYO



## ANEXO N° 4

### MEDIDA DEL PESO

ID. Ensayo	Medida del peso de las muestras.E4.
Fecha	2016
Material	Acero aluminizado (DX51D+AS120 B CO)
Estado	Suministro, chorreado y tratado con <i>HCl</i>
Ubicación	Laboratorio de tecnología del plasma
Norma	–

Probeta	Ancho [mm]	Largo [mm]	Espesor [mm]
	Ensayo E1	Ensayo E1	–

Equipo	Balanza con vitrina "Gibertini". Apreciación: 0,0001 g		
Imagen			

### RESULTADOS

Muestra	Peso inicial [g]	Peso chorreado [g]	Peso ácido [g]
1	13,5390	13,5372	13,4930
2	13,4781	13,4773	13,4414
3	12,6819	12,6804	12,6340
4	12,7879	12,7840	12,7593
5	10,9643	10,9628	10,9575
6	12,9765	12,9754	12,9660
7	12,5030	12,5005	12,4439
8	12,9473	12,9465	12,8976

## ANEXO N° 5

### PÉRDIDA DE ESPESOR

ID. Ensayo	Pérdida de espesor.E5.
Fecha	2016
Material	Acero aluminizado (DX51D+AS120 B CO)
Estado	Chorreado y tratado con <i>HCl</i>
Ubicación	–
Norma	–

Software	Hoja de cálculo de Microsoft Excel
Cálculos	$\Delta z_{\text{chorreado}} = \frac{\Delta m}{DS_{Total}} ; \Delta z_{\text{ácido}} = \frac{\Delta m}{DS_1}$ <p><math>\Delta m</math> es la pérdida de peso del chorreado y ataque ácido  <math>D</math> es la densidad, recogida en la norma UNE-EN 10346  y <math>S_{Total}</math> y <math>S_1</math> es la superficie de chorreado y atacada</p>

### RESULTADOS

Muestra	$\Delta z$ chorreado [ $\mu m$ ]	$\Delta z$ ácido [ $\mu m$ ]	$\Delta z$ total [ $\mu m$ ]
1	0,2640	11,1245	11,3885
2	0,1177	8,9317	9,0494
3	0,2255	11,2314	11,4566
4	0,6049	6,5599	7,1648
5	0,2679	1,3828	1,6507
6	0,1656	2,4337	2,5993
7	0,3987	15,1001	15,4988
8	0,1225	11,7244	11,8469
9	0,2982	5,3750	5,6732
10	0,1771	2,0308	2,2079
11	0,2068	1,7882	1,9950
12	0,3232	4,7403	5,0636
13	0,2463	12,3305	12,5768
14	0,2493	13,6946	13,9438
15	0,1750	8,3501	8,5251
16	0,2703	15,2168	15,4870
17	0,2169	18,6172	18,8341
18	0,2039	2,2271	2,4311
19	0,2113	9,3811	9,5924
20	0,1421	17,7028	17,8449
21	0,2239	7,9572	8,1811
22	0,2136	1,6828	1,8964