



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
INGENIERO INDUSTRIAL (MECÁNICO)

INTERCOMPARACIÓN 3D EN EL SECTOR HOSPITALARIO

Autora: Natividad Bermejo Herrero
Directora: Marian Sáenz Nuño

Madrid
Mayo de 2015

AUTORIZACIÓN PARA LA DIGITALIZACIÓN, DEPÓSITO Y DIVULGACIÓN EN ACCESO ABIERTO (RESTRINGIDO) DE DOCUMENTACIÓN

1º. Declaración de la autoría y acreditación de la misma.

El autor Dña. **NATIVIDAD BERMEJO HERRERO**, como **ALUMNA** de la UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS (COMILLAS), **DECLARA**

que es la titular de los derechos de propiedad intelectual, objeto de la presente cesión, en relación con la obra **INTERCOMPARACIÓN 3D EN EL SECTOR HOSPITALARIO**¹, que ésta es una obra original, y que ostenta la condición de autor en el sentido que otorga la Ley de Propiedad Intelectual como titular único o cotitular de la obra.

En caso de ser cotitular, el autor (firmante) declara asimismo que cuenta con el consentimiento de los restantes titulares para hacer la presente cesión. En caso de previa cesión a terceros de derechos de explotación de la obra, el autor declara que tiene la oportuna autorización de dichos titulares de derechos a los fines de esta cesión o bien que retiene la facultad de ceder estos derechos en la forma prevista en la presente cesión y así lo acredita.

2º. Objeto y fines de la cesión.

Con el fin de dar la máxima difusión a la obra citada a través del Repositorio institucional de la Universidad y hacer posible su utilización de *forma libre y gratuita (con las limitaciones que más adelante se detallan)* por todos los usuarios del repositorio y del portal e-ciencia, el autor **CEDE** a la Universidad Pontificia Comillas de forma gratuita y no exclusiva, por el máximo plazo legal y con ámbito universal, los derechos de digitalización, de archivo, de reproducción, de distribución, de comunicación pública, incluido el derecho de puesta a disposición electrónica, tal y como se describen en la Ley de Propiedad Intelectual. El derecho de transformación se cede a los únicos efectos de lo dispuesto en la letra (a) del apartado siguiente.

3º. Condiciones de la cesión.

Sin perjuicio de la titularidad de la obra, que sigue correspondiendo a su autor, la cesión de derechos contemplada en esta licencia, el repositorio institucional podrá:

(a) Transformarla para adaptarla a cualquier tecnología susceptible de incorporarla a internet; realizar adaptaciones para hacer posible la utilización de la obra en formatos electrónicos, así

¹ PROYECTO FIN DE CARRERA

como incorporar metadatos para realizar el registro de la obra e incorporar “marcas de agua” o cualquier otro sistema de seguridad o de protección.

(b) Reproducirla en un soporte digital para su incorporación a una base de datos electrónica, incluyendo el derecho de reproducir y almacenar la obra en servidores, a los efectos de garantizar su seguridad, conservación y preservar el formato. .

(c) Comunicarla y ponerla a disposición del público a través de un archivo abierto institucional, accesible de modo libre y gratuito a través de internet.²

(d) Distribuir copias electrónicas de la obra a los usuarios en un soporte digital.³

4º. Derechos del autor.

El autor, en tanto que titular de una obra que cede con carácter no exclusivo a la Universidad por medio de su registro en el Repositorio Institucional tiene derecho a:

a) A que la Universidad identifique claramente su nombre como el autor o propietario de los derechos del documento.

b) Comunicar y dar publicidad a la obra en la versión que ceda y en otras posteriores a través de cualquier medio.

c) Solicitar la retirada de la obra del repositorio por causa justificada. A tal fin deberá ponerse en contacto con el vicerrector/a de investigación (curiarte@rec.upcomillas.es).

d) Autorizar expresamente a COMILLAS para, en su caso, realizar los trámites necesarios para la obtención del ISBN.

d) Recibir notificación fehaciente de cualquier reclamación que puedan formular terceras personas en relación con la obra y, en particular, de reclamaciones relativas a los derechos de propiedad intelectual sobre ella.

² En el supuesto de que el autor opte por el acceso restringido, este apartado quedaría redactado en los siguientes términos:

(c) Comunicarla y ponerla a disposición del público a través de un archivo institucional, accesible de modo restringido, en los términos previstos en el Reglamento del Repositorio Institucional

³ En el supuesto de que el autor opte por el acceso restringido, este apartado quedaría eliminado.

5º. Deberes del autor.

El autor se compromete a:

- a) Garantizar que el compromiso que adquiere mediante el presente escrito no infringe ningún derecho de terceros, ya sean de propiedad industrial, intelectual o cualquier otro.
- b) Garantizar que el contenido de las obras no atenta contra los derechos al honor, a la intimidad y a la imagen de terceros.
- c) Asumir toda reclamación o responsabilidad, incluyendo las indemnizaciones por daños, que pudieran ejercitarse contra la Universidad por terceros que vieran infringidos sus derechos e intereses a causa de la cesión.
- d) Asumir la responsabilidad en el caso de que las instituciones fueran condenadas por infracción de derechos derivada de las obras objeto de la cesión.

6º. Fines y funcionamiento del Repositorio Institucional.

La obra se pondrá a disposición de los usuarios para que hagan de ella un uso justo y respetuoso con los derechos del autor, según lo permitido por la legislación aplicable, y con fines de estudio, investigación, o cualquier otro fin lícito. Con dicha finalidad, la Universidad asume los siguientes deberes y se reserva las siguientes facultades:

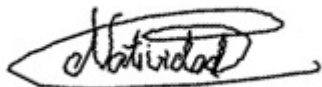
- a) Deberes del repositorio Institucional:
 - La Universidad informará a los usuarios del archivo sobre los usos permitidos, y no garantiza ni asume responsabilidad alguna por otras formas en que los usuarios hagan un uso posterior de las obras no conforme con la legislación vigente. El uso posterior, más allá de la copia privada, requerirá que se cite la fuente y se reconozca la autoría, que no se obtenga beneficio comercial, y que no se realicen obras derivadas.
 - La Universidad no revisará el contenido de las obras, que en todo caso permanecerá bajo la responsabilidad exclusiva del autor y no estará obligada a ejercitar acciones legales en nombre del autor en el supuesto de infracciones a derechos de propiedad intelectual derivados del depósito y archivo de las obras. El autor renuncia a cualquier reclamación frente a la Universidad por las formas no ajustadas a la legislación vigente en que los usuarios hagan uso de las obras.
 - La Universidad adoptará las medidas necesarias para la preservación de la obra en un futuro.
- b) Derechos que se reserva el Repositorio institucional respecto de las obras en él registradas:

- retirar la obra, previa notificación al autor, en supuestos suficientemente justificados, o en caso de reclamaciones de terceros.

Madrid, a 28 de Mayo de 2015

ACEPTA

Fdo.

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Natividad", enclosed within a hand-drawn oval shape.

Proyecto realizado por el alumno/a:

Natividad Bermejo Herrero

Fdo.:  Fecha: 25 / 5 / 15

Autorizada la entrega del proyecto cuya información no
es de carácter confidencial

LA DIRECTORA DEL PROYECTO

María Ana Saenz Nuño

Fdo.:  Fecha: 25 / 5 / 15

V° B° del Coordinador de Proyectos

José Ignacio Linares Hurtado

Fdo.: Fecha: / /

INTERCOMPARACIÓN 3D EN EL SECTOR HOSPITALARIO

Autora: Bermejo Herrero, Natividad.

Directora: Sáenz Nuño, Marian.

Entidad Colaboradora: ICAI – Universidad Pontificia Comillas.

RESUMEN DEL PROYECTO

¿Alguna vez ha medido el mismo plátano en dos balanzas obteniendo 200 gramos y 2kg? ¿Se imagina un error similar en una operación de apendicitis?

FINALIDAD. Con este proyecto se pretende obtener la trazabilidad de los equipos de medida participantes (*trazabilidad: propiedad de un resultado de medida por la cual el resultado puede relacionarse con una referencia mediante una cadena ininterrumpida y documentada de calibraciones, cada una de las cuales contribuye a la incertidumbre de medida*) para obtener un patrón (*patrón: medida materializada, instrumento de medida, material de referencia o sistema de medida destinado a definir, realizar, conservar o reproducir una unidad o uno o varios valores de una magnitud para que sirvan de referencia*), a partir de un artefacto no calibrado mediante un reglamento de intercomparación. Para ello, se precisa una participación numerosa de hospitales y laboratorios con una colaboración activa de sus equipos. Una vez obtenido el patrón se tendrá un conocimiento más profundo de las variables del equipo y finalmente, el médico podrá establecer su diagnóstico apoyándose en unos datos objetivos a partir de la medida completa (*medida + incertidumbre*) que haya obtenido.

Las **VENTAJAS** derivadas del proyecto se pueden desglosar en tres grandes bloques:

Dar beneficio al mayor número posible de **usuarios**. Cuántas más mediciones en diferentes laboratorios se consigan, el patrón será útil en mayor número de aparatos. Y a su vez, el número de los equipos en los que es útil el patrón proporcionará beneficio a los usuarios que utilizan esos aparatos. Algunos beneficios para el paciente son: disminución de dolor y riesgo de infección; menor riesgo de complicaciones en la intervención; menor tiempo de recuperación; menos días de estancia en el hospital; mejores resultados médicos; mejora de la calidad de vida.

También existen beneficios para las **organizaciones sanitarias**, algunas de ellas son:

Concienciar a los médicos de los numerosos factores de incertidumbre que envuelven a sus decisiones, y así ser conscientes de la necesidad de formación a los médicos y personal que obtienen el resultado de medición para que revise el resultado e interprete correctamente si el valor de incertidumbre o de medida pudiera ser grande o pequeño.

Disminuir la incertidumbre originada por los equipos médicos en los que se efectúan las medidas, con lo que se conseguiría reducir el número de pruebas comprobatorias de resultados, y por tanto menor tiempo de trabajo y ahorro monetario.

Desde una **perspectiva social** se persigue: avanzar en la ingeniería biomédica; ser la base de otros trabajos que podrían derivarse del presente proyecto; y ayudar a la sociedad a cubrir una necesidad no cubierta

EJECUCIÓN. En la elección del **artefacto no calibrado** se buscaba un objeto con el que estuvieran familiarizados los médicos, y se optó por huesos de animal. El problema de las superficies óseas reside en la dificultad para tomar puntos de referencia, por eso se decidió adherir esferas y tomar sus centros como puntos desde los que medir. Para abarcar la mayor cantidad de equipos y variables de medición, se eligió diversidad en los materiales, optando por esferas de acero y de cristal porque entre ambos se abarca la mayor cantidad de lectores de materiales que tienen los equipos en los hospitales.

Una vez planificado el proceso a grandes rasgos, **se obtuvieron huesos** de jamón y de cordero de la zona de la paletilla y de la pata, y se procedió a la **limpieza** de la carne adherida hasta la eliminación del periostio, la última membrana fibrosa que cubre los huesos. De entre todos los huesos, para trabajar en el proyecto se seleccionaron seis, bajo el criterio de tener variedad en tamaños y animal (cerdo y cordero). Se decidió colocar esferas de tamaños de: D2'5; D4; D5; D7; y D10. A continuación se realizaron hendiduras en las zonas elegidas de los huesos mediante **taladrado** para facilitar el posicionamiento de las esferas. La **adhesión** se realizó en el laboratorio de química mediante la resina EPOXI 9483.

En el laboratorio de metrología se efectuó el **escaneado en 3D** mediante un palpador láser del brazo de medición, rociando previamente los huesos con un revelador húmedo no acuoso para bloquear el reflejo de la superficie de las esferas. El software Geomagic conectado al brazo permite visualizar la nube de puntos escaneada y tratarla. Entre sus opciones, permite calcular las **coordenadas del centro de cada esfera** según la nube de puntos seleccionada. Se midieron 10 veces el centro de cada esfera lo que supone obtener **100 medidas de cada distancia** entre esferas. Durante la realización de una medición intervienen una serie de factores que determinan su resultado: el objeto de medición, el procedimiento, el instrumento, el ambiente, el observador y el método de cálculo. En este proyecto, además del propio mensurando, para **calcular la incertidumbre** se han valorado las magnitudes de influencia de: repetibilidad, dilatación, vibraciones, resolución, calibración, deriva, histéresis, digitalización, algoritmo, diferencia de material, adhesivo y anti-reflejante. La **intercomparación** se ha realizado con las medidas del laboratorio de ICAI y de FREMAP. Para facilitar las futuras mediciones en otras organizaciones participantes se han **identificado las esferas** numerándolas sobre cada hueso.

DESIGN AND DEVELOPMENT OF A PUMPING STATION SEWAGE

Author: Bermejo Herrero, Natividad.

Director: Saénz Nuño, Marian.

Collaborating Organization: ICAI – Universidad Pontificia Comillas.

PROJECT SUMMARY

Have you ever measured the same two-scale banana 200g and 2kg getting? Can you imagine a similar error in an appendectomy?

PURPOSE. This project tries to find the traceability of participant measuring equipment (traceability: property of a measurement result whereby the result can be related to a reference through an unbroken and documented chain of calibrations, each of which contributes to the measurement uncertainty) for a pattern (pattern: materialized measure, measuring instrument, material of reference or measuring system destined to define, realize, conserve or reproduce an unit or one or more values of a quantity to serve as a reference) , from a not-calibrated device through intercomparison regulation. In order to do this, is required the active collaboration of the equipment from a large share of hospitals and laboratories. After obtaining the pattern, a deeper knowledge of the equipment's variables will be had. Finally, the doctor will be able to provide a diagnosis supported by objective data from the full measure (measured + uncertainty) that has been obtained.

The **ADVANTAGES** of the project can be broken down into three sections:

To benefit the greatest number of **users**. The more measurements in different laboratories are achieved, the more useful the pattern will be in more devices. And in turn, the users who use these devices will benefit from the devices that use these patterns. Some benefits for the patients includes decreased pain and risk of infection; lower risk of complications in the intervention; shorter recovery time; fewer days in the hospital; better health outcomes; improved life quality.

There are also benefits for **healthcare organizations**, some of them are:

Educate doctors of the many uncertainties that surround their decisions, and thus be aware of the need for training doctors and staff, who obtain the measurement result to review the results, and interpret correctly whether the value of uncertainty or measurement could be large or small.

Reduce uncertainty caused by medical equipment in which measurements are made, with what would be possible to reduce the times double checking the tests results, and therefore lower the working time and save money.

From a **social perspective** it seeks: to develop the biomedical engineering; be the basis for other works that could result from this project; and help society to meet an unmet need.

PERFORMANCE. In choosing the **uncalibrated device** an object with which doctors were familiar was sought, and the choice was animal bones. The problem of bone surfaces is the difficulty to take reference points, so it was decided to adhere spheres and make their centers as points from which to measure. To cover as many variables and measurement equipment, diversity in materials has been chosen, opting for steel and glass spheres.

After the process have in general planned, **bones** of ham and lamb from the area of the shoulder and leg were obtained, and proceeded **to clean** the meat attached to the removal of the periosteum, the latest fibrous membrane covering the bones. Of all the bones, to work on the project were chosen six. It was decided to place spheres of size: D2'5; D4; D5; D7; and D10. Then grooves were performed on chosen bone by **drilling** to facilitate positioning of the spheres. **Accession** took place in the chemistry laboratory by Epoxy 9483 resin.

In the metrology laboratory **3D scanning** was performed using a laser probe of the measuring arm. The Geomagic software connected to the measuring arm allows to visualize the scanned point cloud and to treat it. Among Geomagic options, this software calculates the **coordinates of the center of each sphere** according to the selected point cloud. The spheres were measured 10 times so obtained **100 measures each distance** between two spheres. While performing a measurement involves a number of factors that determine the result: the measurement object, the procedure, the instrument, the environment, the observer and the calculation method. In this project, in addition to the measurand, **to calculate the uncertainty** have assessed the influence quantities: repeatability, expansion, vibration, resolution, calibration, drift, hysteresis, scan, algorithm, differences in materials, adhesive and anti-reflective. The **intercomparison** was carried out with laboratory measurements from ICAI and FREMAP. To facilitate future measurements at other participating organizations have **identified spheres** on each bone.



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
INGENIERO INDUSTRIAL (MECÁNICO)

INTERCOMPARACIÓN 3D EN EL SECTOR HOSPITALARIO

Autora: Natividad Bermejo Herrero
Directora: Marian Sáenz Nuño

Madrid
Mayo de 2015

ESTE PROYECTO CONTIENE LOS SIGUIENTES DOCUMENTOS

DOCUMENTO N°1, MEMORIA

A. ESTADO DEL ARTE

A.1 Metrología	pág. 11 a 36	26 páginas
A.2 Trazabilidad de las mediciones	pág. 37 a 42	6 páginas
A.3 Patrones	pág. 43 a 44	2 páginas
A.4 Biomedicina	pág. 45 a 54	10 páginas
A.5 Presupuesto	pág. 55 a 56	2 páginas

B. DESARROLLO DEL ESTUDIO

B.1 Artefacto no calibrado	pág. 61 a 62	2 páginas
B.2 Preparación del artefacto	pág. 63 a 84	22 páginas
B.3 Medición en FREMAP	pág. 85 a 98	14 páginas
B.4 Medición en ICAI	pág. 99 a 124	26 páginas
B.5 Futuras mediciones	pág. 125 a 126	2 páginas

C. CÁLCULOS

C.1 Medidas	pág. 131 a 144	14 páginas
C.2 Compendio de los cálculos	pág. 145 a 298	154 páginas
C.3 Resumen de incertidumbres	pág. 299 a 302	4 páginas
C.4 Resumen de resultados	pág. 303 a 312	10 páginas
C.5 Comparativa	pág. 313 a 322	10 páginas
C.6 Conclusiones	pág. 323 a 324	2 páginas

D. RETOS FUTUROS

D.1 Retos futuros	pág. 329 a 330	2 páginas
--------------------------	-----------------------	------------------

E. ANEXOS

E.1 Huesos de jamón	pág. 335 a 336	2 páginas
E.2 Agua oxigenada 50% 200 vol	pág. 337 a 344	8 páginas
E.3 Esferas de cristal	pág. 345 a 346	2 páginas
E.4 Bolas de rodamientos	pág. 347 a 348	2 páginas
E.5 Pie de rey	pág. 349 a 350	2 páginas
E.6 Taladro	pág. 351 a 352	2 páginas
E.7 Brocas	pág. 353 a 354	2 páginas
E.8 Dispensador y cánula de adhesivo	pág. 355 a 356	2 páginas
E.9 Epoxi	pág. 357 a 370	4 páginas
E.10 Cianocrilato	pág. 371 a 372	2 páginas
E.11 Revelador húmedo	pág. 373 a 374	2 páginas
E.12 Mesa de planitud	pág. 375 a 376	2 páginas
E.13 Brazo de medición	pág. 377 a 378	2 páginas
E.14 Geomagic	pág. 379 a 380	2 páginas

DOCUMENTO N°2, PLANOS

2.1 Codificación de planos	pág. 385 a 386	2 páginas
2.2 Lista de materiales	pág. 387 a 388	2 páginas
2.3 Planos	pág. 389 a 396	8 páginas

DOCUMENTO N°3, PLIEGO DE CONDICIONES

3.1 Generales y Económicas	pág. 401 a 420	20 páginas
-----------------------------------	-----------------------	-------------------

Parte I MEMORIA

ÍNDICE DEL DOCUMENTO 1: MEMORIA

<i>Parte I. Memoria</i>	1
<i>Índice del documento 1: Memoria</i>	3
<i>Parte I. Sección A: Estado del arte</i>	7
<i>Índice del documento 1.A: Estado del arte</i>	9
<i>Capítulo 1 Metrología</i>	11
1.1 la metrología científica en españa y en su entorno europeo.....	11
1.2 ciencia y metrología en españa	13
1.3 la etapa más reciente de la metrología en españa	25
1.4 impacto económico y social	28
1.5 metrología en europa	32
<i>Capítulo 2 Trazabilidad de las mediciones</i>	37
2.1 Elementos que conforman la trazabilidad.....	38
2.2 Jerarquía de la calibración	39
<i>Capítulo 3 Patrones</i>	43
3.1 Definiciones del VIM	43
<i>Capítulo 4 Biomedicina</i>	45
4.1 Introducción	45
4.2 Estado de la cuestión.....	50
4.3 Objetivos del proyecto	53
<i>Capítulo 5 Presupuesto</i>	55
5.1 Resumen del Presupuesto.....	55
<i>Parte I. Sección B: Desarrollo del estudio</i>	57

<i>Índice del documento 1.B: Desarrollo del estudio</i>	59
<i>Capítulo 1 Artefacto no calibrado</i>	61
<i>Capítulo 2 Preparación del artefacto</i>	63
2.1 Limpieza de huesos	63
2.2 Puntos de referencia	71
2.3 Taladrado	74
2.4 Unión Esfera-Hueso.....	78
<i>Capítulo 3 Medición en FREMAP</i>	85
3.1 Estado de los huesos.....	85
3.2 Empaquetado	87
3.3 Medición	89
3.4 Resultados.....	89
<i>Capítulo 4 Medición en ICAI</i>	99
4.1 Fin de la preparación del artefacto	99
4.2 Brazo de medición.....	99
4.3 Escáner.....	105
4.4 Geomagic	107
<i>Capítulo 5 Futuras Mediciones</i>	125
5.1 Identificación física de esferas	125
<i>Parte I Sección C: Cálculos</i>	127
<i>Índice del documento 1.C: Cálculos</i>	129
<i>Capítulo 1 Medidas</i>	131
1.1 Introducción	131
1.2 Ejemplo de tabla de medidas: Hueso D4 Cristal.....	132
1.3 Incertidumbres.....	140

<i>Capítulo 2 Compendio de los cálculos</i>	<i>145</i>
<i>Capítulo 3 Resumen de incertidumbres</i>	<i>299</i>
<i>Capítulo 4 Resumen de resultados</i>	<i>303</i>
<i>Capítulo 5 Comparativa.....</i>	<i>313</i>
<i>Capítulo 6 Conclusiones</i>	<i>323</i>
<i>Parte I Sección D:Retos Futuros</i>	<i>325</i>
<i>Índice del documento 1.D: Retos futuros</i>	<i>327</i>
<i>Capítulo 1 Retos futuros.....</i>	<i>329</i>
<i>Parte I Sección E: Anexos.....</i>	<i>331</i>
<i>Índice del documento 1.E: Anexos</i>	<i>333</i>
<i>Capítulo 1 Huesos de Jamón.....</i>	<i>335</i>
<i>Capítulo 2 Agua oxigenada 50 % 200 vol.....</i>	<i>337</i>
<i>Capítulo 3 Esferas de cristal.....</i>	<i>345</i>
<i>Capítulo 4 Bolas de rodamientos.....</i>	<i>347</i>
<i>Capítulo 5 Pie de rey.....</i>	<i>349</i>
<i>Capítulo 6 Taladro</i>	<i>351</i>
<i>Capítulo 7 Brocas.....</i>	<i>353</i>
<i>Capítulo 8 Dispensador y cánula de adhesivo</i>	<i>355</i>
<i>Capítulo 9 Epoxi</i>	<i>357</i>
<i>Capítulo 10 Cianocrilato.....</i>	<i>371</i>
<i>Capítulo 11 Revelador húmedo</i>	<i>373</i>
<i>Capítulo 12 Mesa de planitud.....</i>	<i>375</i>
<i>Capítulo 13 Brazo de medición.....</i>	<i>377</i>
<i>Capítulo 14 Geomagic.....</i>	<i>379</i>

***Parte I. SECCIÓN A: ESTADO
DEL ARTE***

ÍNDICE DEL DOCUMENTO 1.A: ESTADO DEL ARTE

<i>Parte I. Sección A: Estado del arte</i>	7
<i>Índice del documento 1.A: Estado del arte</i>	9
<i>Capítulo 1 Metrología</i>	11
1.1 la metrología científica en españa y en su entorno europeo	11
1.2 ciencia y metrología en españa	13
1.3 la etapa más reciente de la metrología en españa	25
1.4 impacto económico y social	28
1.5 metrología en europa	32
<i>Capítulo 2 Trazabilidad de las mediciones</i>	37
2.1 Elementos que conforman la trazabilidad	38
2.2 Jerarquía de la calibración	39
<i>Capítulo 3 Patrones</i>	43
3.1 Definiciones del VIM	43
<i>Capítulo 4 Biomedicina</i>	45
4.1 Introducción	45
4.2 Estado de la cuestión	50
4.3 Objetivos del proyecto	53
<i>Capítulo 5 Presupuesto</i>	55
5.1 Resumen del Presupuesto	55

Capítulo 1 METROLOGÍA

1.1 LA METROLOGÍA CIENTÍFICA EN ESPAÑA Y EN SU ENTORNO EUROPEO

La Metrología es la ciencia de la medida, está presente en todos los campos de actividad de la investigación y el desarrollo y cubre tres actividades principales: definición de las unidades internacionales aceptadas, realización de las unidades de medida por métodos científicos y establecimiento de las cadenas de trazabilidad.

A pesar de su relevancia, en España, la metrología tradicionalmente no ha sido incluida directamente en los programas de I+D, tanto porque pasa desapercibida su implicación y relevancia en todos los ámbitos de la sociedad, como por desconocimiento acerca de sus necesidades de I+D. Esta situación debe corregirse e incorporar la metrología con nombre propio a los programas estratégicos.

I+D en Metrología

“Investigación” desde el punto de vista de la metrología puede definirse como una serie de estudios y trabajos experimentales sobre los principios fundamentales en los que se soportan los patrones de medida. La inestabilidad de los patrones materializados obliga a referir las unidades a constantes físicas fundamentales y a buscar que los patrones se basen en la repetibilidad de experimentos fundamentados en esas constantes.

“Desarrollo” incluye innovación, mejora y modificación de los patrones e instrumentación existentes, así como nuevos métodos de medida, que generan usualmente nuevas informaciones, aplicaciones o menor incertidumbre de medida.

La metrología es esencial en la investigación científica (la experimentación requiere medición) y la investigación científica es la base del desarrollo de la propia metrología.

Aquellos campos de la metrología de mayor desarrollo, son los que aportan más y mejores soluciones a la investigación y a la industria.

La ciencia de las medidas no es solo asunto de los científicos. Es algo de vital importancia para todos los ciudadanos. La intrincada pero invisible red de servicios, suministros y comunicaciones de la que dependemos todos se basa en la Metrología para su funcionamiento eficiente y seguro. Por ejemplo:

- El éxito económico de las naciones depende de su habilidad para fabricar y comercializar productos y componentes hechos con exactitud y consecuentemente con calidad.
- Los sistemas de navegación por satélite y la correlación internacional del tiempo hacen posible la localización precisa, posibilitan los sistemas de redes de computación alrededor del mundo y la seguridad de los transportes.
- La salud humana depende críticamente de la habilidad de hacer diagnósticos veraces, en los cuales las mediciones son cada vez más importantes.
- Los ciudadanos han de confiar en la cantidad de bienes suministrados en las transacciones comerciales.

Todas las formas de medidas físicas y químicas afectan a la calidad en el mundo en el que vivimos.

Mediciones erróneas o inadecuadas pueden conducir a decisiones erróneas que pueden tener serias consecuencias, costando dinero e incluso vidas. Las consecuencias humanas y económicas de decisiones erróneas basadas en medidas de baja calidad o inexactas que se tomen en materias tan importantes como el cambio climático y la contaminación del medio ambiente son casi incalculables. En consecuencia es importante disponer de medidas exactas y precisas que sean aceptadas por las autoridades correspondientes en todo el mundo.

Por ello, los metrologos están permanentemente ocupados en el desarrollo de nuevas técnicas, instrumentos y procedimientos de medida, para satisfacer la demanda siempre creciente con mayor exactitud, mayor eficacia y rapidez de las medidas.

Para la exactitud de las medidas que se realizan en la vida cotidiana, es necesario que los instrumentos utilizados en cualquier lugar estén calibrados y que la calibración pueda ser trazada a un sistema de patrones y materiales de referencia internacionalmente

aceptados. Por ejemplo, que las balanzas de un supermercado hayan sido trazadas respecto a un sistema nacional de medidas y que los patrones nacionales utilizados hayan sido a su vez calibrados respecto a un patrón internacional de masa. Se crea así una cadena de calibraciones que permite que las medidas en el supermercado sean trazables a un grupo de patrones aceptado y acreditado internacionalmente. El consumidor puede entonces confiar en su sistema local de pesas y medidas. Una confianza que se refuerza cuando comprueba que las pesas y medidas utilizadas en su propio país son equivalente a las utilizadas en otros países, y que todas se basan en un único patrón internacional.

La Metrología es una ciencia antigua, y se ha desarrollado en función de las necesidades de la sociedad. La clasificación actual entre metrología científica (fundamental y aplicada) y legal ha sido consecuencia de la evolución del conocimiento y exigencias de la sociedad. Mientras la metrología científica es esencial para todos aquellos ocupados en las diferentes cadenas de medidas, calibraciones y acreditaciones, el objetivo principal de la metrología legal son las medidas que directamente afectan a los ciudadanos. Aunque la metrología científica y la metrología legal pueden y deben trabajar con diferentes niveles de precisión, ambas tratan con problemas íntimamente relacionados. Ambas son esenciales para asegurar lo mejor posible la confianza del ciudadano, protegido por medidas exactas.

En definitiva, las consecuencias potenciales de datos inadecuados relativos al comercio o a la medicina nos afectan a todos, señalando que la Metrología es una disciplina básica que debe ser tratada de forma coordinada y global.

1.2 CIENCIA Y METROLOGÍA EN ESPAÑA

Los esfuerzos de los reyes cristianos, tras la reconquista definitiva de Toledo en 1085, por acabar con la multiplicidad de valores aceptados, duraron varios siglos, existiendo en la Novísima Recopilación hasta cinco Leyes que se ocupan de esta cuestión, recogiendo en varias de ellas algunas disposiciones más antiguas.

Estas Leyes van desde la de Don Alonso de Segovia, en 1347, titulada “Igualdad de los pesos y medidas en todos los pueblos; y orden que se ha de observar en ellos”, hasta la de Carlos I y D^a Juana, en Madrid, en 1534 titulada “Arreglo de pesos y medidas por los Corregidores y Justicias”. Sin embargo, la solución definitiva tendría lugar más de doscientos años después, con la aparición del sistema métrico decimal.

Un elemento central de la Revolución Científica que tuvo lugar más tarde, en la época de Felipe II, fue el abandono de la visión cosmogónica en la que la Tierra ocupaba el centro del Universo y de la física aristotélica por un sistema en el que los planetas se mueven en torno al Sol. Estas eran las ideas que surgieron en 1543, cuando se publicó *De revolutionibus orbium coelestium*, de Nicolás Copérnico. Sin embargo, la condena por la Iglesia de la teoría heliocéntrica hizo prácticamente imposible que los astrónomos católicos la defendieran públicamente en el siglo XVII.

Durante el reinado de Felipe II, las instituciones de carácter científico y técnico tuvieron un a mplio desarrollo. Por ejemplo, la Casa de la Contratación de Sevilla se consolidó como un gran centro de ciencia aplicada a la navegación, estableciéndose los oficios de Catedrático de Cosmografía y del Arte de Navegar, y de Cosmógrafo Mayor, que adquirió un gran relieve en el Consejo de Indias.

En el último tercio del siglo XVIII, mientras en el plano internacional comienza en Inglaterra la revolución industrial, ampliada a Estados Unidos a comienzos del siglo XIX, de la mano de nombres como James Watt, Henry Maudslay, Eli Whitney, considerado como el padre de la fabricación en masa, Joseph Whitworth, etc., en España tiene lugar una actividad mitad científica, mitad política, que se traduce en expediciones científicas a América, las cuales atendieron tanto a las ciencias naturales, como a la hidrografía y al análisis político del ámbito colonial, llegando a realizarse cerca de cuarenta expediciones en el reinado de Carlos III y alrededor de treinta en el de Carlos IV. Entre los componentes de estas expediciones destaca, como consecuencia de la estructura existente, la presencia de la Armada, los ingenieros del Ejército y las nuevas escuelas y observatorios militares.

Desde el punto de vista de nuestro interés por la Metrología, es de destacar la realizada por Antonio de Ulloa y Jorge Juan, formando la delegación española de la expedición al Perú organizada por la Academia de Ciencias francesa, encabezada por

Godin, ayudado por La Condamine, Bouguer y Jussieu, junto con el quiteño Pedro Vicente Maldonado.

La misión que iban a desarrollar constaba de dos fases bien diferenciadas; la geodésica, consistente en triangular una distancia de unos 400 km a lo largo del corredor interandino, aprovechando las cordilleras occidental y oriental para la instalación de los puestos de observación, la cual les ocupó entre 1736 y 1739, y en la que debieron hacer frente a dos tipos de problemas para asegurarse de la bondad del resultado final; los derivados del instrumental científico empleado (cuarto de círculo y barómetro) y aquellos asociados a la multitud de verificaciones accesorias y observaciones complementarias cuyo objetivo era depurar los datos, reduciendo los lados de la triangulación al nivel del mar. La segunda fase se refiere a las observaciones astronómicas para determinar la amplitud angular del arco triangulado.

Al regreso de dicha expedición, ambos expusieron sus trabajos: Jorge Juan redactando las Observaciones astronómicas y físicas hechas de Orden de su S. Mag. En los reinos del Perú, y Ulloa la Relación histórica del viaje.

En su texto, Jorge Juan mostraba sus conocimientos del análisis infinitesimal, su dominio de las teorías de Huygens y Newton y sus posteriores desarrollos, realizando un correcto análisis dinámico del movimiento circular aplicado al movimiento de rotación de la Tierra. Cabe señalar que Jorge Juan todavía tuvo problemas con la Inquisición, debido a su adhesión al sistema heliocéntrico, pudiendo solucionarse todo gracias a las gestiones de los dirigentes ilustrados (Navarro Brotons, 1983).

Jorge Juan fue finalmente director entre 1752 y 1766 de la Academia de Guardamarinas de Cádiz, donde fundó un observatorio astronómico, trasladado más tarde a San Fernando, donde en la actualidad se mantiene y disemina el segundo, unidad básica de tiempo del Sistema SI.

En esta etapa, no solo en España sino también en el resto de los países, existía una diversidad enorme de pesos y medidas, lo cual empezaba a obstaculizar el comercio y el progreso industrial, ambos ya muy importantes, causando de paso problemas a los recaudadores de impuestos de los Estados.

Aunque la primera propuesta aproximada de lo que luego sería el sistema métrico decimal parece que fue hecha en 1670 por el francés Gabriel Mouton, dicha propuesta sería discutida y manipulada durante más de 120 años, siendo finalmente Talleyrand el que, en 1790, la suscribió ante la Asamblea Nacional francesa. En los distintos países se expresaban las mismas opiniones respecto a la variedad de medidas existente. Delambre escribía: “Asombrosa y escandalosa diversidad”. Talleyrand: “...una variedad cuyo solo estudio espanta”. Pero la idea de unificar los pesos y medidas era, como siempre ha sido, una revolución social, tanto como científica.

España jugó su papel en los trabajos de determinación de la longitud del arco de meridiano, al igual que ocurriera con la expedición al Perú; en este caso, por formar parte su territorio de la medición, ya que la Asamblea francesa había determinado realizar la medición entre Dunquerque y Barcelona, ciudades situadas casi simétricamente a ambos lados del paralelo 45, estando asentadas al nivel del mar.

El 21 de septiembre de 1792 quedó fijado como valor del metro “la diezmillonésima parte del cuadrante de meridiano terrestre que pasa por París”. Los trabajos de medición fueron realizados por Delambre y Méchain. Este último propuso extender los trabajos primero hasta enlazar con Mallorca y después con el norte de África. El proyecto fue continuado, a la muerte de su autor, por Bioy y Aragón y no fue terminado hasta finales del siglo XIX por Ibáñez de Ibero y Perrier.

En España, los intentos de unificación de sus sistemas de medidas habían fracasado uno tras otro. Las “medidas y pesos legales de Castilla” no comenzaron a utilizarse hasta los tiempos de Carlos IV, el cual, en 1801 promulgó la Ley sobre “Igualación de pesos y medidas para todo el Reyno por las normas que se expresan”. Conscientes nuestros ilustrados de la necesidad de disponer de un sistema único, se formó una comisión de cuyos trabajos se dio cuenta en informes oficiales. Sin embargo, al final, todos estos trabajos resultaron inútiles, ya que antes de que se implantara un nuevo sistema unificado, apareció el sistema métrico decimal y los miembros de la Comisión, entre ellos Císcar y Pedrayes, delegados españoles en la comisión para la medición del meridiano, decidieron apoyarlo.

Cuando, en 19 de julio de 1849, Isabel II sanciona la Ley de Pesas y Medidas, la cual introduce en nuestra legislación el sistema métrico decimal y su nomenclatura científica, así como los Reales Decretos y Órdenes para su aplicación, se acomete por tercera vez en la legislación española la unificación de las pesas y medidas. No había sido fácil llegar hasta este punto, ya que durante medio siglo la inmensa mayoría de las propuestas elevadas al Gobierno plantearon la unificación a partir de las unidades de medida acreditadas por la costumbre o por la ley.

Sin embargo, lo que hizo falta fue alguien que, desde los resortes del poder político, estuviese convencido de que el sistema métrico decimal era el único camino para atajar la heredada diversidad metrológica. Este personaje fue Bravo Murillo, que llegó a ministro precisamente en 1849, y que luego alcanzaría la Presidencia del Gobierno.

Esta Ley de 19 de julio de 1849, que puede considerarse como la primera ley fundamental de la metrología española, dejaba claramente establecido el concepto de uniformidad: “En todos los dominios españoles habrá solo un sistema de medidas y pesas”. “La unidad fundamental de este sistema será igual en longitud a la diezmillonésima parte del arco del meridiano que va del Polo Norte al Ecuador y se llamará metro. En el artículo tercero se materializa el patrón: “El patrón de este metro, hecho de platino, que se guarda en el Conservatorio de Artes y que fue calculado por D. Gabriel Ciscar y construido y ajustado por él mismo y D. Agustín de Pedrayes, se declara patrón prototipo legal y con arreglo a él se ajustarán todos los del reino”.

El mismo 19 de julio fueron nombrados los miembros de una Comisión de Pesos y Medidas, con la misión de garantizar la reforma emprendida por el Estado. El primero de sus trabajos fue el de conseguir prototipos acreditados del metro y del kilogramo. Para ello, Joaquín Alfonso, miembro de la Comisión y director del Conservatorio de Artes, estableció en París contactos con los mejores fabricantes de instrumentos de precisión de la época, Froment y Gambey, adquiriendo un metro de platino de sección triangular, un kilogramo cilíndrico también de platino y un comparador de longitudes que apreciaba centésimas de milímetro, aparte de otro material diverso, quedando todo ello instalado en el Conservatorio de Artes a finales de 1850.

Su segunda tarea consistió en el cotejo de los pesos y medidas tradicionales de todas las capitales de provincia. Enviados los datos por los distintos Gobernadores Civiles, en respuesta a una circular enviada por Bravo Murillo, los resultados fueron hechos públicos en 1852.

La tercera de las tareas, que consistía en poner a disposición de las capitales de provincia colecciones métricas, continuando después con las poblaciones cabeza de partido, iba a resultar más difícil, pues eran necesarias al menos 1200 colecciones, mientras que la industria de la época solo era capaz de fabricar 28 por año. Por ello, un Decreto de 31 de diciembre de 1852 aplazaba en un año la introducción del sistema métrico, por imposibilidad de construir colecciones en número y calidad suficientes". Sucesivos decretos por la misma causa fueron retrasando la obligatoriedad del sistema métrico y no fue hasta diciembre de 1860, en que la Comisión de Pesos y Medidas se transformó en Permanente, incorporando nuevos miembros, que se recuperó el ritmo de los trabajos facultativos.

Por una Real Orden de finales de 1866, D. Ramón de la Sagra y D. Carlos Ibáñez de Ibero son nombrados, en representación de España, para que asistan al Comité de Pesas y Medidas y monedas, creado en Francia con motivo de la Exposición de París de 1867. A partir de este momento, empieza a resaltar la personalidad de Ibáñez de Ibero quien, sin ser miembro de la Comisión Permanente de Pesas y Medidas es designado directamente por la Reina para representar a España en el Comité francés.

Tras haber publicado millares de tablas de reducción entre las medidas antiguas y las nuevas, y haber distribuido millares de colecciones por todos los municipios de más de 2000 habitantes, junto con la creación de un servicio de fieles-almotacenes en todas las provincias, para garantizar el control del servicio, todo estaba dispuesto para declarar el sistema métrico obligatorio en 1868, pero nuevos problemas asociados a su puesta en práctica, la resistencia de algunos gremios, el estado de revolución política, etc., fueron retrasando esta obligatoriedad, y hubo que esperar hasta el importante decreto de 14 de febrero de 1879 (consecuencia de la obligación contraída por España, a raíz de la firma en París el 20 de mayo de 1875, del Convenio Diplomático del Metro, donde Ibáñez de Ibero,

como Presidente, tuvo un papel fundamental), para ver plasmada la obligatoriedad del sistema métrico decimal a partir del 1 de julio de 1880.

En 1892 el Gobierno se hizo cargo de las copias del nuevo metro y kilogramo de platino-iridiado que le correspondían como país firmante del Convenio Diplomático del Metro, y fueron depositadas en los locales de la Comisión Permanente de Pesas y Medidas, ubicada en la sede del Instituto Geográfico y Estadístico, declarándose legales para España mediante una nueva ley de 8 de julio de 1892.

El siglo XX aportaría nuevas necesidades de precisión a las sucesivas definiciones del metro y de otras unidades, dando lugar a un sistema internacional de unidades para la ciencia y la técnica, basado en el sistema métrico. Retomando la evolución de la ciencia en España, precisamente en 1852 había nacido Leonardo Torres Quevedo, figura que debemos destacar, no solo por sus logros tecnológicos y científicos, siendo el precursor de la moderna robótica, sino por contribuir a que mejorase la situación institucional de la ciencia y tecnología españolas, a través de la creación de unos centros pioneros en la España de la época, y por haber apoyado la construcción de un Laboratorio Nacional, como veremos más adelante.

Con esta exposición en paralelo entre ciencia y metrología, pretendemos mostrar no solo los aspectos técnicos sino también las Instituciones que fueron apareciendo en España, a la vez que la Metrología permanecía en manos del Instituto Geográfico, hasta que la Comisión de Metrología y Metrotecnica se desligó orgánicamente del Instituto y sufrió su propia evolución. Además, algunos de los nombres que han sido importantes en la historia de la ciencia española, han estado también ligados a la Metrología, por cuanto o fueron Presidentes del Comité Internacional de Pesas y Medidas (CIPM), o miembros de dicho Comité, o de alguno de los Comités Consultivos.

En 1910, vio la luz una “Asociación de Laboratorios para el fomento de las investigaciones científicas y los estudios experimentales”, tras la propuesta realizada por Torres Quevedo en 1909 ante la Junta para Ampliación de Estudios, que había sido creada dos años antes, en 1907, y de la que Torres Quevedo era vocal. En esta idea parece que intervino también, entre otros, Blas Cabrera, director del Laboratorio de Investigaciones Físicas, que también pertenecía a la Junta. Esta asociación se ocuparía de “construir

material científico y facilitar medios de realizar aquellos estudios experimentales que se juzgaran de interés para el progreso de la Ciencia.

Más importantes fueron las aportaciones de otro organismo, el Instituto de Material Científico, creado por Real Decreto de 7 de marzo de 1911. Este Instituto se fundó para unificar y ordenar, en una sola partida económica, las cantidades destinadas a la compra de material científico para los centros docentes, incluyendo las Universidades, y de otro tipo, del Estado, que hasta entonces hacían cuanto podían de manera desorganizada (Ana Romero, 1998). La creación del Instituto revela que el Gobierno era consciente de la importancia de la instrumentación científica y de las carencias existentes en ese campo. En principio, su creación implicaba a todas las disciplinas, física, química, ciencias naturales, medicina, etc.

Evidentemente, cuando se dice que el Gobierno era consciente de la importancia de la instrumentación científica y sus carencias, en realidad quiere decirse que alguien (grupo cohesionado de científicos, personalidades, Directores de Centros, etc.) había informado razonadamente al Gobierno de esta necesidad, por ser su obligación hacerlo, sin temer que al Gobierno no le gustara la propuesta y sus puestos pudieran peligrar.

Torres Quevedo, aparte de presidente de la Sociedad Española de Física y Química (1920) y de la Real Academia de Ciencias (1928), fue miembro del Comité Internacional de Pesas y Medidas de París (1921) y desempeñó otros puestos de relevancia nacional e internacional, que no citamos aquí. Sin embargo, según Sánchez Ron, puede decirse que no tuvo éxito en cuanto a que no tuvo capacidad de afectar de forma permanente a la incidencia de la tecnología en la vida y cultura científica española. Su puesto, por ejemplo, de vocal en la Junta para Ampliación de Estudios, no significó que dicha Junta se ocupase de la tecnología y, a pesar de apoyar la idea de que se crease un Laboratorio Nacional, éste no vería la luz hasta muchos años más tarde, en 1990, con la creación del Centro Español de Metrología (CEM).

Aunque la creación del CEM ha supuesto un hito importante en la metrología española, sin embargo no responde exactamente a la idea de Laboratorio Nacional, al estilo de los primeramente creados en Alemania, Reino Unido o los Estados Unidos, quizá porque su gestación tuvo lugar tardía y casi sorpresivamente, sin que existiera un debate

más amplio por parte de los beneficiarios de sus servicios (científicos, investigadores, universidades, industria, etc.), aportando éstos su opinión acerca del modelo propuesto. Pero esta es otra historia de la que nos ocuparemos algo más adelante.

La Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas (JAE) se creó en 1907, como institución autónoma dependiente del Ministerio de Instrucción Pública, inspirada en la ideología que caracterizaba a la Institución Libre de Enseñanza. En sus Centros investigaron los mejores cerebros de la ciencia española de la época; entre otros, Blas Cabrera, Ignacio Bolívar, Miguel Catalán, Enrique Moles, Julio Rey Pastor, Cajal, Julio Palacios, y jóvenes como Grande Covián o Severo Ochoa.

Un hecho que pudo haber sido fundamental para la metrología española es el que Sánchez Ron cita respecto al congreso que la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias celebró en Sevilla en 1917 y que transcribimos a continuación. “El teniente de Artillería Fernando Sanz presentó una memoria relativa a la conveniencia de establecer en España un Laboratorio Nacional análogo a los que ya funcionaban con nombres semejantes en Alemania (PTR, 1887), Estados Unidos (NBS, 1902) y Gran Bretaña (NPL, 1903), y cuyas creaciones se deben entender como necesidad de sus desarrollos industriales. Tras la lectura de esta memoria, Leonardo Torres Quevedo hizo uso de la palabra, proponiendo que “este importantísimo tema fuese tomado en consideración por la Asociación para llevarlo a la práctica”. Este apoyo de Torres Quevedo era totalmente lógico por cuanto desde 1904 dirigía el Centro de Ensayos de Aeronáutica y Laboratorio de Automática en Madrid.

La Asociación solicitó opiniones de varios militares, ingenieros y catedráticos miembros de la Asociación, dando como resultado un documento titulado “Instituto para el progreso técnico de la industria. Bases para la organización del Laboratorio Nacional”, que se sometió a la consideración del Gobierno con un escrito dirigido al presidente del Consejo de Ministros.

Es útil comprobar cómo en este documento las necesidades de la industria nacional figuraban entre los objetivos del centro, citándose entre las funciones del laboratorio las siguientes:

- a) Estudiar todos los problemas científicos y técnicos que puedan afectar a la producción y la industria nacionales, por iniciativa propia, por encargo del Gobierno o a propuesta de personas o entidades de reconocida competencia y autoridad.
- b) Definir las unidades físicas necesarias para el trabajo de la industria y las transacciones comerciales y fijar los correspondientes patrones de medida y medios de comparación y ensayos de aparatos.

Cabe decir que el Gobierno encontró muy razonable la propuesta y nombró una comisión para estudiarla. Por la JAE participaron Blas Cabrera, director del Laboratorio de Investigaciones Físicas, y el químico José Casares Gil”.

Aunque el propio Sánchez Ron manifiesta no haber podido averiguar los detalles subsiguientes, el resultado final fue que no se creó el Laboratorio Nacional. Cuando menos cabe argumentar que en 1919 no existían en España los grandes grupos de presión suficientes como para llevar adelante semejante iniciativa, a pesar de la - en principio - actitud favorable del Gobierno; ausencia ésta que no es sino manifestación de la precariedad de una industria lo suficientemente desarrollada como para plantearse problemas técnicos que necesitasen de un centro técnico avanzado para su solución”

Pero, aparte de las consideraciones anteriores, ¿habría algún otro condicionante u oposición, por parte de la Institución responsable de la metrología en aquella época, que impidiera tal creación? No debe olvidarse que la propuesta de creación de este Laboratorio Nacional tuvo lugar en 1917, justamente un año después de que el Laboratorio de Investigaciones Físicas se quedaría sin su sección de Metrología, como veremos a continuación. Sería interesante bucear en los archivos y tratar de hallar algo más relacionado con esta cuestión. Si en este momento se hubiera decidido la creación de dicho Laboratorio Nacional, aunque hubiera sido necesario trasladar o depositar en él los patrones con los que contaba la Comisión de Pesas y Medidas, quizá hoy día tendríamos más historia y desarrollo metrológico, ya que, sin duda, el Laboratorio estaría integrado en la actualidad dentro de la estructura del CSIC, como pasó con otras Instituciones y laboratorios, tras la guerra civil.

El Laboratorio de Investigaciones Físicas, dirigido por Blas Cabrera, estaba instalado en el Palacio de la Industria y de las Artes, y contaba inicialmente con cuatro secciones:

Metrología, Electricidad, Espectrometría y Química Física. En 1914, el físico Jerónimo Vecino se hizo cargo del área de Metrología, tras haber permanecido tres meses en París, estudiando en el Bureau Internacional de Pesas y Medidas, pero este mismo año, Vecino se trasladó a Santiago de Compostela, y al año siguiente, definitivamente, a la cátedra obtenida en Zaragoza, con lo que no quedó nadie con conocimientos suficientes de Metrología como para continuar con la Sección, aprovechándose la ocasión para emplear en otro campo los recursos que ésta había tenido asignados.

Precisamente, uno de los miembros del Laboratorio de Investigaciones Físicas de la Junta fue Miguel Antonio Catalán (1894-1957), a quien se debe la aportación a la física más destacada de la historia española con el descubrimiento, en 1921, de los denominados “multipletes”, lo que supuso un paso muy importante en el desarrollo de la teoría cuántica, sirviendo para justificar adecuadamente el número cuántico que había introducido en 1920 Arnold Sommerfeld. Este hecho sirvió, entre otras cosas, para que Cabrera viese reforzada ante las autoridades de la JAE la posición de su Laboratorio.

Sin embargo, la guerra civil causó la marcha al exilio de Blas Cabrera, el cual fallecería en México el 1 de agosto de 1945. Por su parte, catalán, no abandonó España, pero sufrió las consecuencias de su relación con la JAE y con las personas con las que había trabajado, constituyendo un buen ejemplo de exilio interior. Tras la guerra civil, Catalán se encontró con que le estaba vedado el regreso a su cátedra de la Universidad de Madrid, aunque oficialmente seguía manteniéndola. Además, el acceso a su laboratorio del Instituto Nacional de Física y Química, ahora perteneciente al Consejo Superior de Investigaciones Científicas, creado por el Gobierno del general Franco para sustituir a la antigua JAE, le estaba vedado. Casi siete años tardó Miguel Catalán en recuperar de manera efectiva su cátedra, y todo ello gracias a numerosos apoyos de eminentes científicos extranjeros, que no dejaron de interesarse por su caso.

Su prestigio científico, la recuperación de su cátedra, así como llamadas que se le hacían desde Estados Unidos, favorecieron su entrada final en el CSIC, aunque no en su viejo Instituto, ahora denominado Rocasolano, sino en el Instituto de Óptica “Daza de Valdés”, dirigido por José María Otero Navascués, quien en 1950 lo nombró Jefe del

Departamento de Espectros. Allí se constituyó un buen equipo, dedicándose a temas relacionados con la estructura de espectros de distintos elementos.

En este Instituto, creado oficialmente en marzo de 1946, Otero Navascués, quien llegó también a ser Presidente del Comité Internacional de Pesas y Medidas, fue el motor y responsable máximo del centro. En este Instituto y época comenzó a trabajar otro Leonardo, en este caso apellidado Villena, físico y metrólogo que tanto ha hecho, junto con otras personas, por la Metrología española. Trasladado el centro en 1950 a un nuevo edificio en el complejo de la calle Serrano, en él catalán dirigió una de las dos secciones del departamento de Espectros, la de Espectros Atómicos.

El mencionado Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) fue un producto de la Guerra Civil, en un deseo de romper con el pasado, encarnado en la Junta para Ampliación de Estudios, a la que se acusó de las mayores tropelías. Por ello, aunque hubo continuidad en lo material, ya que las instalaciones y el material existían de antemano, esta continuidad no se dio en el espíritu que animaba a la nueva Institución. Existen documentos que demuestran claramente que el entonces director del Instituto Ramiro de Maeztu, José María Albareda, fue el arquitecto que diseñó la estructura básica de lo que sería el CSIC. Sus juicios políticos expuestos en cartas al ministro Ibáñez Martín, acerca de los científicos que podían o no conformar en un primer momento el CSIC, no tienen desperdicio y demuestran cómo la política está siempre, por encima de todo.

Tras la entrada en funcionamiento del CSIC, la orientación de los estudios físicos no fue encomendada a Julio Palacios y a Miguel Catalán, ambos de renombre universal, sino a José María Otero Navascués, óptico estimable, pero no comparable con los dos anteriores. En todo ello influyeron las opiniones políticas que Albareda tenía sobre los tres y sobre sus respectivas ideologías y comportamientos antes y durante la guerra civil.

Desde nuestro punto de vista, la lástima es que, como comentamos anteriormente, la Metrología quedara descolgada de sus campos de investigación, por no haberse aprobado en los tiempos de la JAE la creación de un Laboratorio Nacional.

1.3 LA ETAPA MÁS RECIENTE DE LA METROLOGÍA EN ESPAÑA

Retomando la figura del mencionado Leonardo Villena, lo acompañaremos en su biografía, ya que ésta nos permitirá saber qué cosas acontecieron en el pasado más reciente, con respecto a las actividades metrológicas en España.

En 1953, Otero Navascués propuso al CSIC la creación de un Centro Metro-Físico, para aprovechar las capacidades en calibración y ensayo de los siete institutos coordinados por el Consejo Nacional de Física, todo ello “en beneficio de la Industria y la Investigación españolas”. En 1954, Leonardo Villena fue nombrado director del CNF. Fue entonces cuando se ofreció el listado de servicios elaborado a la Comisión Permanente de Pesas y Medidas, pidiendo además ayuda moral y material. Según Leonardo, no obtuvo ninguna respuesta.

Ciertamente, el presupuesto de la Comisión de Pesas y Medidas era ridículo, pero eso no debería haber impedido emitir una respuesta razonada. Tras esto, como relata el propio Villena, acudió directamente al CSIC, donde pidió 180 000 pesetas para reponer daños en los equipos de medida de los siete institutos.

Aquí si obtuvo respuesta, pero del tipo “Hay dinero para investigación, no para Metrología”. Como las ayudas nunca llegaron, en 1958 se disolvió tal Centro.

En lo que se refiere al CIPM y su Comité Consultivo de Unidades, cita Villena en sus notas autobiográficas que “Cabrera había sido miembro, y después Secretario, del Comité Internacional de Pesas y Medidas, máximo organismo en la Metrología Científica. Tras su renuncia, España estuvo ausente de toda actividad científica en Metrología. Ningún español pertenecía ni al CIPM, ni a sus distintas Comisiones consultivas. La Delegación española en las Conferencias Generales la formaban Ingenieros geógrafos o expertos en Metrología legal”. Aunque no lo dice expresamente, tanto por la titulación como por la especialidad, cabe concluir que tales personas prestaban sus servicios en la Comisión de Pesas y Medidas, ubicada en la Dirección del Instituto Geográfico.

“Esta situación se rompió cuando Otero Navascués, internacionalmente conocido, fue elegido miembro de la Comisión de Fotometría. Su habilidad para la síntesis y su

“mano izquierda” hicieron que, en 1954, fuera elegido Presidente de dicha Comisión y miembro del CIPM, donde inició una gran labor, normalmente ignorada por los organismos españoles. Su capacidad de trabajo y de consenso fue apreciada por los miembros del CIPM que, en 1968, lo eligieron Presidente. Consecuencia lógica fue que España se incorporara a las Comisiones consultivas para las distintas unidades; así, Orte, en la del segundo; Plaza, en Fotometría; Granados, en Radiaciones Ionizantes; Colomina, en Temperatura y Villena, en la de Unidades. Otero asumiría más tarde la Presidencia de la más conflictiva, la del metro”.

Bastantes años más tarde, ya tras la creación del Centro Español de Metrología, han vuelto a aparecer nombres españoles en los distintos Comités Consultivos. Aparte del Comité de Fotometría y Radiometría, donde el Instituto de Física Aplicada del CSIC se halla representado por Antonio Corrons, el de Tiempo, donde el Real Instituto y Observatorio de la Armada, de San Fernando tiene como representante a Juan Palacio, y el de Radiaciones Ionizantes en el que se halla el CIEMAT, sucesor de la JEN, representado por Antonio Brosed, en los demás Comités Consultivos (Unidades, Termometría, Longitud, Masa y Electricidad y Magnetismo) existen representantes del Centro Español de Metrología. El único Comité sin representante es el de Cantidad de Sustancia.

Volviendo atrás de nuevo, Otero, acompañado por varias personas ilusionadas por el tema, redactó un informe sobre los patrones españoles, el cual fue enviado a la Conferencia Europea de Metrología celebrada en 1973 en Teddington. Fue aquí donde se sentaron las bases para cooperación europea en Metrología y Calibración (WECC).

“La preparación y asistencia a la Conferencia de Metrología de Teddington no cambió en nada la Metrología oficial española, pero fructificó enseguida en el ámbito privado, creándose un mes después, dentro de la Asociación Española para la Calidad (AEC), el Comité de Metrología, el cual fue desde un principio un foro abierto para reunir a los jefes de los laboratorios metrológicos privados y oficiales, detectando las necesidades de la Industria y mentalizando a la Administración para que elaborara las pertinentes recomendaciones y acciones”.

Todo lo hecho desde este Comité, así como las publicaciones que ha generado, han contribuido grandemente a la difusión de la Metrología en laboratorios y empresas,

constituyendo prácticamente el único foco formativo existente en estos temas. Cuando la Dirección General de Innovación Industrial y Tecnología del Ministerio de Industria detectó en febrero de 1982 la necesidad de poner al servicio de la Industria un Sistema de Calibración Industrial, se puso en contacto con el Comité de Metrología de la AEC.

De nuevo, Villena recurrió a los amigos que tenía en los más importantes laboratorios metrológicos, cuya capacidad de medida había servido de base para el informe español a la Conferencia de Teddington, reuniéndose en el Taller de Precisión de Artillería, Balmisa (que luego pasaría al CEM, junto con Chimenti, ambos del INTA), Benavente, Carro, Granados, Menéndez, Palacios, Pfretzner y Segovia.

Tras fracasar de nuevo en el intento de obtener el “apoyo” (¿cesión de patrones?) para algunas magnitudes, de la Comisión Nacional de Metrología y Metrotecnica (CNMM), se alcanzó un acuerdo sobre las magnitudes que cada Centro tomaba a su cargo, como Laboratorio de Referencia. La orden ministerial que creaba finalmente el SCI tiene fecha de 21 de junio de 1982, constituyéndose en septiembre un grupo asesor formado por los especialistas que habían elaborado el proyecto, ya citados. Más adelante se incorporaron Boloix, Chimenti, López y Sánchez Pérez, junto con José Catalán, quien llegó en calidad de Jefe de Servicio del SCI, que venía de trabajar en la CNMM y de la que se había ido por discrepancias con Manuel Cadarso y el enfoque que éste pretendía dar a la Metrología. Cabe decir que tanto Catalán como Cadarso eran dos caracteres fuertes y, como suele decirse, no había sitio para ambos bajo el mismo techo. Otro colaborador del SCI fue también Mario Linares, quien también había trabajado como Ingeniero comprobador en la CNMM.

Toda la creación del SCI era una necesidad real a la que faltaba el soporte de un Laboratorio Nacional, inexistente en aquel entonces, ya que la CNMM era un ente prácticamente burocrático, con laboratorios muy pequeños, dedicados en su mayor parte a metrología legal, y carente de presupuesto. Sin embargo, Manuel Cadarso en 1982, curiosamente coincidiendo con el año de creación del SCI, ya tenía en mente la creación de un Centro de Metrología, para lo que había adquirido una extensa parcela en Tres Cantos y, previamente a ello, contratado a seis titulados, para que fueran formándose en metrología, a la vez que habilitaba como laboratorios ciertas dependencias con las que

contaba, dentro del propio Instituto Geográfico, con afán de instalar algunos equipos de medición, y que sirviera de periodo experimental, hasta que el nuevo Centro estuviera construido.

Puede imaginarse el lector las dificultades que acompañaron a estos primeros titulados, debido al enfrentamiento existente entre la CNMM y las personas que entendían que la Metrología debía ser otra cosa, más científica, y que habían desarrollado el SCI ante la apremiante necesidad derivada del entorno mundial.

El proyecto de construcción de los nuevos laboratorios de Tres Cantos, tras la recopilación de información de otros laboratorios europeos en cuanto a requisitos ambientales y constructivos, se realizó en 1984, y su construcción entre 1985 y 1987.

Desde la primera etapa, la pequeña plantilla del CEM se dedicó al estudio de los patrones necesarios para poder realizar las definiciones del SI en vigor, además de decidir con qué equipos de calibración debía contarse en función del nivel metrológico de nuestro país, con objeto de poder ofrecer un nexo de unión con la red creada por el SCI. Finalmente, la inauguración oficial del CEM tuvo lugar en marzo de 1989 por SS.MM. los Reyes de España.

Desde entonces, el camino recorrido por el CEM, aunque no exento de dificultades, ha permitido consolidar su posición a nivel internacional, a través de sucesivos desarrollos y de los excelentes resultados obtenidos en las comparaciones interlaboratorios, dotando al mismo tiempo de trazabilidad al resto de los niveles metrológicos nacionales, en coordinación con sus Laboratorios Asociados, que mantienen aquellas unidades del Sistema SI no cubiertas por el CEM.

1.4 IMPACTO ECONÓMICO Y SOCIAL

Debido a que la definición de las unidades legales (el Si global) y la definición, realización y diseminación de los patrones nacionales de medida son la responsabilidad de los gobiernos, se plantea la pregunta sobre el alcance del impacto económico y social de

las actividades metrológicas. Desafortunadamente, no es sencillo definir y cuantificar su alcance en los términos habitualmente empleados en evaluación de proyectos y su impacto, como lo puede ser en otros ámbitos, a efectos de establecer el nivel de inversión necesario para el desarrollo de la actividad metrológica. No obstante existen algunos estudios que intentan cuantificar los beneficios sociales y económicos que aporta la existencia de una infraestructura metrológica nacional.

El alcance de la metrología en cada país es diferente en función de su desarrollo económico y entorno geográfico, centrándose en las necesidades de su sociedad. Si bien el impacto de la metrología recae sobre aspectos como el comercio, la salud, la defensa y la seguridad o el medio ambiente, se tratará el impacto que la metrología tiene sobre el desarrollo industrial así como su impacto económico.

- **Impacto social sobre el desarrollo industrial**

La metrología es una herramienta que protege a las industrias de medidas incorrectas y promueve la calidad, el desarrollo de los productos y la industria, así como la competitividad en los mercados.

Los instrumentos de medición sirven para determinar las propiedades de los componentes y de los productos terminados y se emplean cada vez más también para controlar, regular, automatizar y supervisar procesos. Se emplean mediciones para verificar las tolerancias de fabricación y la operatividad funcional de los productos. Hoy en día, las mediciones son un componente importante del aseguramiento de la calidad.

Una buena infraestructura metrológica es de gran ayuda a la industria, haciendo accesibles servicios tales como la calibración de instrumentos de medida, patrones y materiales de referencia, formación y asesoramiento, que permiten realizar medidas fiables, desarrollar medidas fiables, desarrollar nuevos productos y por lo tanto contribuir a la calidad de los productos, la eficiencia de los procesos y la competitividad de las empresas.

- **Impacto económico**

La infraestructura metrológica nacional y en concreto el desarrollo y mantenimiento de los patrones nacionales de medida suelen ser financiados con fondos públicos, por lo que en una economía de libre mercado como la europea, cada vez es más necesario evaluar las políticas de financiación pública a la metrología y su aportación a la economía y bienestar del país.

Las autoridades públicas necesitan disponer de datos relevantes que ayuden a valorar la efectividad de las inversiones para mantenerlas o reasignar prioridades a otros proyectos. Desafortunadamente, no hay disponibles muchos estudios que permitan cuantificar ese retorno de las inversiones realizadas en metrología.

Merece la pena destacar el informe emitido por el CIPM (Comité Internacional de Pesos y Medidas) donde se recogen a grandes rasgos resultados de cuatro grandes estudios que se han realizado en el pasado por NIST (EEUU), DTI (Reino Unido), NRC (Canadá) y la Unión Europea. Cada uno de estos estudios ha utilizado diferentes supuestos económicos.

El NIST (National Institute of Standards and Technology) ha realizado varios estudios del impacto económico de la metrología en diversas áreas, muchos de los cuales se basan en la comparación del coste de desarrollo de un cierto patrón de medida o material de referencia certificado y el ahorro estimado a un determinado grupo de usuarios o industria. Este modelo, en principio permite estimar el impacto a una escala nacional haciendo alguna extrapolación. Uno de los ejemplos del estudio relata que el periódico Washington Post and Medical Laboratory Observer informó en su día, que entre el 25 % y el 30 % de las medidas relacionadas con la salud se realizan por razones de no diagnóstico (repetición de ensayos, prevención y detección de errores). Esto significa que potencialmente alrededor de 10/30 miles de millones de dólares por año podrían ser ahorrados si las medidas fueran consistentes y garantizadas.

El enfoque del DTI (Department of Trade and Industry) está basado en consideraciones macroeconómicas que permiten obtener cifras generales. En paralelo, se han realizado estudios comparativos respecto a las capacidades de medida de su instituto

nacional de metrología (National Physical Laboratory, NPL) en relación con las de otros INM (Institutos Nacionales de Metrología). La investigación demostró que las medidas en el Reino Unido tienen un efecto significativo en la economía del orden del 0,8 % del PIB.

Los estudios canadienses realizados por en el NRC (National Research Council) están basados en la combinación de varios estudios parciales, encuestas y análisis estadísticos. Los casos estudiados se han extrapolado obteniéndose la importancia de dichos resultados a escala nacional. Los resultados globales del estudio estiman de forma conservadora que la inversión pública de 12 millones de dólares canadienses en el Instituto Nacional de Metrología proporciona un ratio coste-beneficio de 1 a 13.

El estudio de la UE está basado en seis casos (nanotecnología, industria del automóvil, industria farmacéutica, sector del gas natural europeo, industria de diagnóstico in vitro, control de emisiones y contaminación del medio ambiente) y en la información aportada por los estados miembros complementada con estimaciones económicas.

Se indica que la UE gasta alrededor del 1 % del PIB en actividades de medida y se estima que por cada euro dedicado a actividades relacionadas con las medidas se generan tres euros. Así pues, el ratio coste-beneficio es de 1 a 3, esto sin tener en cuenta las externalidades.

De los estudios mencionados anteriormente se deduce que, en las sociedades industriales modernas, el valor anual de las transacciones en las que se emplean las medidas es del 50% del PIB. Este dato es muy significativo e importante para valorar lo que significaría una reducción de la infraestructura de la metrología legal. Un aumento en el error medio de las medidas del 0,1% significaría un coste social del orden del 0,05 % del PIB, que es mucho mayor que el coste que tiene para los Estados mantener una infraestructura de metrología.

Como resumen se puede decir que los cuatro estudios citados, aportan argumentos que abogan por la conveniencia de que los gobiernos sigan invirtiendo en metrología y concretamente se concluye en el informe del CIPM que:

- Existen claras razones económicas para que los sistemas de medida nacionales desarrollados y mantenidos por los institutos nacionales de metrología en los países sean financiados con fondos públicos.

- Los INM inducen considerables beneficios (spillovers) a la competitividad internacional y a los procesos de innovación industrial, así como apoyo al sector de la industria de los instrumentos de medida y a la pequeña y mediana empresa
- Los INM generan un considerable número de beneficios externos que mejoran cuantitativamente aspectos de la calidad de vida, tales como la salud, la seguridad, la protección del consumidor y del medio ambiente.
- La actividad de los INM influye en la economía a través del mantenimiento de la infraestructura metrológica, apoyando la innovación y permitiendo el comercio seguro y justo.
- Se debe prestar especial atención y financiación a las tecnologías emergentes, incluyendo la metrología en áreas como la nanotecnología, medidas basadas en efectos cuánticos, el software, la química, la biotecnología, así como las tecnologías de la información que permiten realizar calibraciones y comparaciones vía telemática.

Debe entenderse que estas conclusiones de carácter general, no obstante, deben ser adaptadas a las economías y nivel de desarrollo tecnológico de cada país.

En España se necesita realizar un estudio que permita cuantificar las necesidades de la industria en materia metrológica y, de esta forma, obtener información fiable para asignar y coordinar recursos y establecer las líneas de actuación prioritarias, dentro del marco establecido por la UE. Este estudio ha de permitir a su vez, cuantificar y valorar el impacto de la metrología nacional sobre la sociedad e industria y conocer el grado de satisfacción de las necesidades metrológicas nacionales.

1.5 METROLOGÍA EN EUROPA

EUROMET

EUROMET, la Organización Metrológica Regional Europea, es un foro de colaboración sobre patrones de medida, establecido en 1987 en Madrid, mediante un Memorandum de Entendimiento. Se originó a partir del Western European Metrology Club /WEMC), el cual había surgido a su vez de una Conferencia sobre Metrología en Europa Occidental, celebrada en 1973. EUROMET trabaja basándose en la colaboración

voluntaria entre los INM de la UE, la EFTA (European Free Trade Association) y la propia Comisión Europea.

EUROMET tiene las siguientes misiones y campos de actuación:

a) Misiones específicas

- a. Proporcionar un marco de trabajo para la colaboración en proyectos de investigación y en comparaciones interlaboratorios, entre los institutos nacionales de metrología miembros
- b. Coordinar las grandes inversiones en instalaciones metrológicas
- c. Transferir, entre los miembros, expertos en el campo de los patrones primarios y nacionales
- d. Proporcionar información sobre recursos y servicios, y cooperar con los servicios de calibración y de metrología legal europeos.

b) Campos temáticos

- a. Acústica, ultrasonidos y vibraciones
- b. Electricidad y magnetismo
- c. Flujo
- d. Masa y magnitudes relacionadas
- e. Radiaciones ionizantes
- f. Longitud
- g. Metrología química
- h. Fotometría y radiometría
- i. Termometría
- j. Tiempo y frecuencia
- k. Metrología interdisciplinar
- l. Sistemas de calidad de los INM

Para cada campo, los INM miembros designan una persona de contacto, dando lugar a los denominados comités técnicos (CT). Los proyectos acordados en cada Comité pueden ser de cuatro tipos:

- Cooperación en I+D
- Comparación de patrones
- Trazabilidad
- Consulta sobre instalaciones y servicios

El Centro Español de Metrología es uno de los 34 miembros de EUROMET y participa, junto con los laboratorios asociados de forma activa en los distintos comités técnicos, a través de numerosos proyectos.

EA

La European Co-operation for Accreditation (EA) es la organización europea de organismos de acreditación. Se estableció en junio de 2000 como entidad legal. Los miembros de EA son los organismos de acreditación nacionales reconocidos por los países miembros (o candidatos) de la UE y de la EFTA.

Los miembros de EA que hayan superado con éxito una evaluación, pueden firmar el acuerdo multilateral apropiado para:

- Acreditación de organismos de certificación
- Acreditación de laboratorios de calibración y ensayos
- Acreditación de entidades de inspección

Reconocen y promueven la equivalencia de sus sistemas de acreditación, así como los certificados e informes expedidos por los organismos acreditados. Tiene 35 miembros, incluyendo los asociados, de los que 20 organismos de acreditación son dignatarios del Acuerdo Multilateral sobre Ensayos.

La evaluación de los sistemas de calidad de los INM y sus laboratorios asociados se realiza por autodeclaración o por reconocimiento de tercera parte, bajo la supervisión del Comité Conjunto Regional del BIPM (JCRB) y del Comité técnico de calidad de EUROMET (TC-Q).

EA coordina sus actividades con EUROMET, a través del comité de Laboratorios y con otros organismos relevantes como son EUROLAB y EUROCHEM a través de grupos de trabajo conjuntos.

EUROLAB

La European Federation of National Associations of Measurement, Testing and Analytical Laboratories (EUROLAB) engloba en torno a 2.000 laboratorios europeos. Es una organización de cooperación de carácter voluntario, que representa y promueve los puntos de vista técnicos y políticos de la comunidad de laboratorios, coordinando acciones con, entre otros, la Comisión Europea, relativas a normalización europea o a cuestiones internacionales. Organiza jornadas y simposios, y genera tomas de posición e informes técnicos. Muchos INM son también miembros de EUROLAB.

EURACHEM

Se fundó en 1989 y es una red de organizaciones de 31 países europeos más la Comisión Europea, que tiene por objetivo establecer un sistema de trazabilidad internacional para las medidas químicas, así como la promoción de buenas prácticas de calidad. La mayoría de los países miembros tienen también establecidas redes EURACHEM nacionales. EURACHEM y EUROMET cooperan con vistas al establecimiento de laboratorios designados, el empleo de materiales de referencia y la trazabilidad a la unidad SI de cantidad de sustancia, el mol. Las cuestiones técnicas se discuten en el Grupo de Trabajo Conjunto MetChem.

COOMET

COOMET es la organización equivalente a EUROMET, cuyos miembros pertenecen a países de Europa central y del este, y países asiáticos.

Capítulo 2 Trazabilidad de las mediciones

La trazabilidad de los resultados de las mediciones a las unidades de medida del Sistema Internacional de Unidades (SI) es un aspecto de vital importancia que puede lograrse a través de la aplicación de políticas y procedimientos adecuados a las necesidades de medición de la organización.

El vocabulario internacional de términos básicos y generales de metrología (VIM 2012) propiedad de un resultado de medida por la cual el resultado puede relacionarse con una referencia mediante una cadena ininterrumpida y documentada de calibraciones, cada una de las cuales contribuye a la incertidumbre de medida

La trazabilidad es un proceso donde la indicación de un equipo de medición (o el valor de una medida materializada) puede ser comparada, en una o más etapas, con un patrón nacional para el mensurando en cuestión.

En los últimos años, con el crecimiento de la globalización del mercado, de la ciencia y la tecnología, la trazabilidad de los resultados de las mediciones se ha convertido en un requisito cuyo cumplimiento garantiza que los resultados sean fácilmente comparables, válidos y reproducibles, independientemente del lugar donde se hayan realizado las mediciones.

Por otro lado, la aceptación de los resultados de las mediciones entre los países se sustenta, en parte, en los esquemas de acreditación de laboratorios de ensayos y/o calibración. La acreditación de laboratorios sobre la base de los requisitos de la norma ISO/IEC 17025:1999 contempla la obligatoriedad de alcanzar la trazabilidad de los resultados de las mediciones a las unidades de medida del SI. Cuando no sea posible hacerlo se debe establecer la trazabilidad por métodos alternativos, tales como:

- El uso de materiales de referencia certificados suministrados por un proveedor competente. Un proveedor competente, por ejemplo, es aquel que cumple con los requisitos establecidos en el documento ILAC-G12:2000;

- El uso de métodos especificados y/o patrones que son claramente descritos y establecidos de común acuerdo por todas las partes interesadas;
- La participación en un programa de comparaciones interlaboratorio, cuando sea posible.

La trazabilidad de las mediciones se alcanza a través de la calibración o de métodos alternativos, tal como se señala anteriormente. Los patrones utilizados en las calibraciones obtienen su trazabilidad ya sea directamente a través de un Instituto Nacional de Metrología (INM) o de un laboratorio de calibración. Tanto el INM como el laboratorio de calibración tienen que cumplir con la capacidad de medición requerida para dicha calibración.

2.1 ELEMENTOS QUE CONFORMAN LA TRAZABILIDAD

La trazabilidad de los resultados de las mediciones se caracteriza a través de seis elementos esenciales:



Figura 1 Elementos que integran la trazabilidad

1. **Una cadena ininterrumpida de comparaciones.** La cadena ininterrumpida de comparaciones se relaciona con un patrón adecuado a las mediciones que efectúa la organización, normalmente un patrón nacional o internacional.

2. **La incertidumbre de la medición.** La incertidumbre de la medición para cada paso de la cadena de trazabilidad es transferible y debe ser calculada de acuerdo al método descrito en la GUM.
3. **La documentación.** Cada paso de la cadena de trazabilidad se realiza según procedimientos de calibración reconocidos y documentados, incluyéndose la declaración de los resultados.
4. **La competencia técnica.** Los laboratorios que realizan uno o más pasos en la cadena son competentes y son capaces de proporcionar evidencia de su competencia técnica. Por ejemplo, demostrando que están acreditados o que operan, como mínimo, en conformidad con los requisitos técnicos establecidos en la norma ISO/IEC 17025:2005.
5. **La referencia a las unidades del SI.** La cadena de comparaciones finaliza en los patrones primarios que realizan las unidades del SI.
6. **La frecuencia de calibración.** Las calibraciones son repetidas a intervalos apropiados. La medida de estos intervalos depende de varias variables como: la incertidumbre requerida, la frecuencia de uso de los equipos, la forma en que ellos se utilizan, la estabilidad de los mismos, entre otros factores. Los intervalos para las calibraciones son establecidos por el propio usuario del equipo a no ser que existan regulaciones de carácter legal que lo impidan. Se recomienda utilizar como referencia para establecer los intervalos de calibración el documento D10 de la OIML

2.2 JERARQUÍA DE LA CALIBRACIÓN

La jerarquía de la calibración es de vital interés a la hora de decidir a qué nivel debemos acceder para calibrar el equipo que utiliza la organización.

Primer nivel. Nivel Internacional



En el ámbito internacional, las decisiones acerca del SI y la realización de los patrones primarios es tomada por la Conferencia General de Pesas y Medidas (CGPM).

El Buró Internacional de Pesas y Medidas (BIPM) está a cargo de coordinar el desarrollo y la calibración de los patrones primarios y organizar intercomparaciones al más alto nivel.

Segundo nivel. Institutos Nacionales de Metrología



Los INM son las autoridades más altas en metrología en casi todos los países. En la mayoría de los casos mantienen los patrones nacionales que son las fuentes de trazabilidad para las magnitudes físicas en el país. Si el INM tiene facilidades para realizar la correspondiente unidad de medida SI (el término unidad SI incluye las unidades derivadas), el patrón nacional es idéntico a, o directamente trazable al patrón primario que realiza la unidad. Si el INM no posee esta facilidad, tiene que asegurar que las mediciones son trazables a un patrón primario mantenido en otro país.

Los INM son los responsables de diseminar las unidades de medida tanto en la metrología industrial como en la metrología científica y legal en sus respectivos países. Los INM están en el nivel superior de la jerarquía de calibración de un país.

Los patrones nacionales de medición pueden ser patrones primarios, que son realizaciones primarias de las unidades del SI o representaciones acordadas de las unidades SI basadas en constantes físicas fundamentales, o pueden ser patrones secundarios los cuales son calibrados por otro INM.

El INM debe participar periódicamente en las comparaciones internacionales entre laboratorios y obtener resultados satisfactorios. Las comparaciones son llevadas a cabo por el BIPM y por organismos regionales como el Sistema Interamericano de Metrología (SIM), European Collaboration in Measurement Standards (EUROMET), etc. El BIPM

mantiene una base de datos con los resultados de las comparaciones y los INM que participan

Tercer nivel. Laboratorios de calibración acreditados



Los laboratorios de calibración acreditados ocupan el siguiente nivel en la cadena de trazabilidad. Los organismos de acreditación de laboratorios acreditan los laboratorios de calibración de acuerdo a criterios bien establecidos en la norma ISO/IEC 17025:1999. La acreditación es generalmente dada para magnitudes y tipos de calibraciones específicas y para la incertidumbre más pequeña (mejor capacidad de medición) que puede lograrse con los equipos de medición disponibles en el respectivo laboratorio de calibración.

Cuando el laboratorio forma parte de una estructura organizativa mucho más amplia, los laboratorios acreditados están en la cima de la jerarquía de calibración interna de una organización. Su tarea es entonces comparar, a intervalos apropiados, los patrones de trabajo propios de la organización con patrones de referencia, los cuales son calibrados por el INM o un laboratorio de calibración acreditado con una mejor capacidad de medición.

Muchos laboratorios acreditados llevan a cabo calibraciones para clientes externos; por ejemplo, organizaciones que no tienen facilidades de calibración con equipos apropiados, laboratorios de ensayo, etc. Si un laboratorio de calibración es contratado para una tarea de calibración determinada, el cliente tiene que estar seguro que la incertidumbre de la calibración es suficientemente pequeña en comparación con el uso previsto del equipo de medición a calibrar.

Los resultados de la calibración deben documentarse en un certificado de calibración

Cuarto nivel. Laboratorios de calibración no acreditados



Los laboratorios de calibración no acreditados se ubican en el nivel más bajo de la cadena de trazabilidad.

La demostración de la trazabilidad de las mediciones en estos casos requiere de un riguroso análisis para evaluar que el laboratorio cumple con los seis elementos esenciales relativos a la trazabilidad que fueron discutidos anteriormente

Capítulo 3 PATRONES

3.1 DEFINICIONES DEL VIM

PATRÓN Medida materializada, instrumento de medida, material de referencia o sistema de medida destinado a definir, realizar, conservar o reproducir una unidad o uno o varios valores de una magnitud para que sirvan de referencia.

NOTAS:

1. Un conjunto de medidas materializadas o de instrumentos de medida similares que, utilizados conjuntamente, constituyen un patrón, se denomina patrón colectivo.
2. Un conjunto de patrones de valores elegidos que, individualmente o por combinación, proporcionan una serie de valores de magnitudes de la misma naturaleza se denomina serie de patrones.

PATRÓN INTERNACIONAL/NACIONAL Patrón reconocido por un acuerdo internacional/nacional para servir como referencia internacional/nacional

PATRÓN PRIMARIO Patrón que es designado o ampliamente reconocido como poseedor de las más altas cualidades metrológicas y cuyo valor se acepta sin referirse a otros patrones de la misma magnitud

NOTA: El concepto patrón primario es válido tanto para las magnitudes básicas como para las derivadas.

PATRÓN SECUNDARIO Patrón cuyo valor se establece por comparación con un patrón primario de la misma magnitud

PATRÓN DE REFERENCIA Patrón, en general de la más alta calidad metrológica disponible en un lugar dado o en una organización determinada, del cual se derivan las mediciones realizadas en dicho lugar.

PATRÓN DE TRABAJO Patrón que se utiliza corrientemente para calibrar o controlar medidas materializadas, instrumentos de medida o materiales de referencia.

NOTAS:

1. Un patrón de trabajo es habitualmente calibrado con un patrón de referencia.
2. Un patrón de trabajo utilizado corrientemente para asegurar que las medidas están realizadas correctamente se denomina **patrón de control**.

PATRÓN DE TRANSFERENCIA Patrón utilizado como intermediario para comparar patrones

NOTA: El término dispositivo de transferencia debe utilizarse cuando el intermediario no es un patrón.

PATRÓN VIAJERO Patrón, algunas veces de construcción especial, destinado para ser transportado entre diferentes lugares

CONSERVACIÓN DE UN PATRÓN Conjunto de operaciones necesarias para mantener las características metrológicas de un patrón dentro de unos límites apropiados.

NOTA: Las operaciones comprenden, habitualmente, una calibración periódica, un almacenamiento en condiciones apropiadas y las precauciones a adoptar durante la utilización.

Capítulo 4 BIOMEDICINA

4.1 INTRODUCCIÓN

Desarrollo de la Medicina

Durante el pasado siglo se ha producido un extraordinario progreso en la ciencia y muy especialmente en la medicina y en la biología. La medicina científica, que comenzó su desarrollo a finales del siglo XVIII, va adquiriendo solidez y extensión en el XIX con el conocimiento de las causas de muchas enfermedades, sus mecanismos patogénicos (los métodos que utilizan los microorganismos para evadir las defensas y causar daño), los cambios fisiopatológicos (cambios que se observan en el transcurso de las enfermedades), etc. La aceleración del progreso médico se produce al terminar la II Guerra Mundial, cuando Estados Unidos dedicó a la investigación científica gran parte de los fondos que hasta entonces empleaba en la contienda bélica. En los hospitales se incorporaron físicos, químicos, farmacéuticos, matemáticos, etc. que junto a los médicos establecieron una nueva forma de colaboración científica que recibió el nombre de biomedicina. Los resultados fueron inmediatos: aumentó el número y la calidad de las investigaciones médicas junto a una mayor eficacia de la asistencia a los enfermos.

La Biomedicina y la Bioingeniería

En el momento actual la sociedad demanda una mayor calidad de vida y el desarrollo del sector sanitario. Como respuesta, los esfuerzos de las investigaciones se centran en mejorar la salud de los individuos, constituyéndose la biomedicina como uno de los sectores con mayor impacto social y económico. En las últimas décadas se han producido grandes avances en las diferentes disciplinas implicadas en este ámbito, lo que ha

permitido profundizar en el conocimiento del cuerpo humano, los fundamentos biofísicos y bioquímicos, y en las bases moleculares de las enfermedades.

La biomedicina busca el desarrollo de conocimiento en múltiples campos dando lugar a diversas ramas, una de ellas es la bioingeniería, que interrelaciona las ciencias naturales con las ciencias exactas (ver Figura 1). Un afluente de la bioingeniería es la ingeniería biomédica, una disciplina que impulsa los conocimientos en ingeniería, biología y medicina, y que mejora la salud de las personas mediante actividades que combinan las ciencias en ingeniería integrándolas en las ciencias médicas.

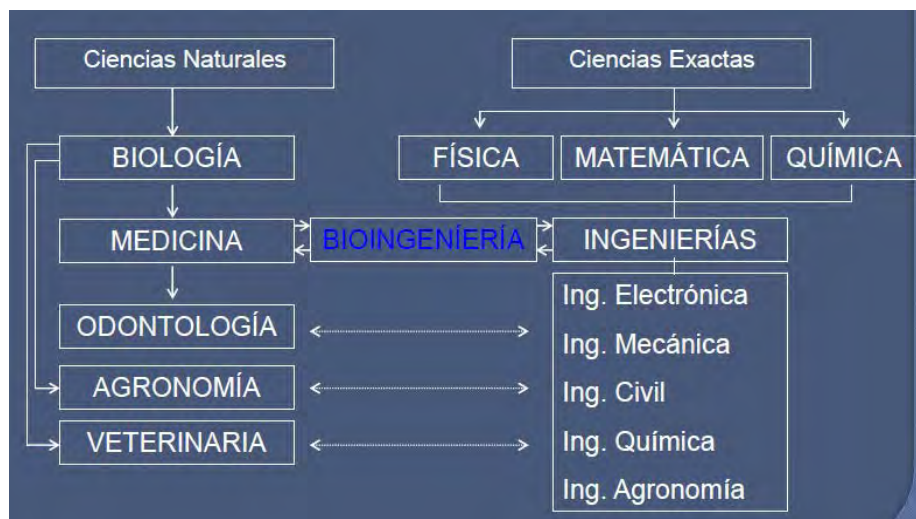


Figura 2 Relación entre las ramas de ciencias

Semántica

Conviene diferenciar algunos términos de esta área:

Bioingeniería, abarca todas las posibles interacciones entre las ciencias naturales y la ingeniería. Hay que tener cuidado porque algunos autores lo utilizan como sinónimo de ingeniería biomédica.

Ingeniería biomédica, se centra en el ser humano y en el cuidado de su salud.

Ingeniería clínica, se centra en el paciente, excluye el desarrollo de tecnologías.

Ingeniería hospitalaria, se centra en la infraestructura soporte.

Electromedicina, exclusivamente equipamiento electrónico de uso en medicina.

Biotecnología, se asocia a la genética, está relacionada con medicamentos y aplicaciones agropecuarias.

Disciplinas de la Ingeniería Biomédica

La ingeniería biomédica abarca un largo espectro de disciplinas que la influyen desde diferentes campos y fuentes de información. Existen muy diversos desgloses de disciplinas para esta ingeniería, a menudo se desgrana en:

- Biomagnetismo y técnicas cerebrales
- Creación de imágenes y óptica biomédicas.
- Biomateriales
- Biomecánica y biotransporte
- Instrumentación médica
- Ingeniería molecular y celular
- Biología de sistemas

En otros casos, las disciplinas dentro de la biongeniería se dividen en la cercanía con otros campos de la ingeniería más arraigados, los cuales suelen incluir:

Ingeniería química, asociado con la ingeniería bioquímica, celular, molecular, nuevos materiales y tejidos, etc.

Ingeniería clínica, asociado con la Ingeniería Médica o la Ingeniería Hospitalaria, administración y mantenimiento de equipos médicos en una clínica u hospital.

Ingeniería electrónica, asociado con la bioelectricidad, bioinstrumentación, creación de imágenes, e instrumentación médica.

Ingeniería mecánica, asociado con biomecánica, biotransporte, y modelado de sistemas biológicos.

Óptica e ingeniería, óptica médica, imagen e instrumentación.

Al ser una ciencia multidisciplinar, un ingeniero biomédico es un profesional de la ingeniería que aplica conceptos, conocimientos y aproximaciones de prácticamente todas las ramas de la ingeniería con la finalidad de solucionar problemas específicos del área de la salud.

Biomecánica

La biomecánica estudia las estructuras de carácter mecánico que existen en los seres vivos, fundamentalmente del cuerpo humano. Esta área se apoya en diversas ciencias biomédicas, como son la mecánica, la ingeniería, la anatomía, la fisiología así como otras disciplinas, para estudiar el comportamiento del cuerpo humano y resolver los problemas derivados de las diferentes condiciones a las que puede verse sometido. En este campo se incluyen una gran variedad de aplicaciones incorporadas a la práctica médica, desde la clásica pierna de madera a las sofisticadas ortopedias con mando mioeléctrico y de las válvulas cardiacas a los modernos marcapasos, entre los que existe un extenso aprendizaje en implantación de prótesis.

Equipos hospitalarios

Hasta la II Guerra Mundial, el éxito sanitario iba ligado en un alto índice, por no decir en la totalidad, a la experiencia y al conocimiento que tuviese el médico. La influencia de las herramientas y tecnologías aplicadas a la salud de las personas eran de escasa importancia respecto al resultado final, y el ingeniero de un hospital se dedicaba a la gestión del mantenimiento de edificios de forma similar a la que se podía realizar en una instalación hotelera o residencial de la época.

Esta visión cambia cuando se empiezan a introducir nuevas técnicas diagnósticas y terapéuticas (endoscopia, radiografía, resonancia magnética, etc.) con todo su soporte técnico para su uso e interpretación, pasando de un simple edificio a un centro con equipamiento, instalaciones y tecnología, que genera la necesidad de ingenieros especializados.

Corrección de incertidumbre médica

Werner Karl Heisenberg, físico alemán ganador del premio Nobel de física en el año 1932, pronunció el principio de la incertidumbre, señalando que un observador puede predeterminar o bien la posición espacial exacta de una partícula, o su velocidad exacta, pero nunca ambas cosas simultáneamente, porque cuando se desea medir ambos eventos los resultados conducen a imprecisiones. En la práctica médica, este planteamiento advierte de que medir produce errores, y conduce a medir con inexactitud aquellas magnitudes que fundamentarán el diagnóstico del paciente.

La percepción del médico acerca de ciertos datos como malestar general, el estado de una lesión, el olor que se desprende, el tamaño y consistencia del bazo, etc. son mediciones subjetivas que condicionan incertidumbre en la medición de los datos médicos.

La incertidumbre de la medición es una forma de expresar el hecho de que, para un mensurando (una magnitud a medir) y su resultado de medición, no hay un solo valor, sino un número infinito de valores dispersos alrededor del resultado, que provoca enfocar la medida en un rango de valores en lugar de en un valor exacto. La norma COVENIN 2552:1999 (OIML V2:1993) define el término incertidumbre como: Parámetro, asociado con el resultado de una medición, que caracteriza la dispersión de los valores que pudieran ser razonablemente atribuidos al mensurando.

Un médico puede enfrentarse a muchas fuentes de incertidumbre a la hora de decidir su diagnóstico, algunas de ellas son:

- Deficiencias en la información, por un historial médico incompleto o no disponible
- Información errónea, información suministrada por el paciente, quien describe a su entendimiento sus síntomas de dolencia, con el riesgo de que el médico los interprete magnificados o menospreciados respecto a la realidad.
- Información imprecisa, muchos datos son difíciles de cuantificar, como el dolor o la fatiga.

- Percepción determinada no definida, aquellas situaciones en las que no es posible conocer el comportamiento exacto de la enfermedad en un sujeto y solamente se tiene un conocimiento general pero no necesariamente individual.
- Modelo incompleto, es debido a la cantidad de información existente y actualizada con frecuencia, lo cual dificulta al médico mantenerse actualizado y puede ser víctima de la ignorancia en algunos conocimientos.
- Modelo inexacto, para cuantificar la incertidumbre requiere incluir un elevado número de parámetros, pero si no está disponible toda la información para dicho cálculo son estimados subjetivamente.

La *Intercomparación 3D en equipos hospitalarios* pretende participar en la creciente tecnificación de los hospitales para conseguir mejorar el servicio ofrecido por el sector sanitario en sus instalaciones. La razón de ser del presente proyecto es ayudar a los médicos a obtener unos valores de mayor calidad y confianza en los que basar su diagnóstico y toma de decisiones. Así, debido a las conclusiones que se extraigan del presente proyecto y de los posibles estudios posteriores, los médicos podrán eliminar opciones que si se llevaran a cabo repercutirían en el cuerpo del paciente.

4.2 ESTADO DE LA CUESTIÓN

¿Qué se hace?

Los 3 principales retos de los sistemas sanitarios en los países desarrollados son la gran complejidad de la asistencia sanitaria, la escasez de recursos y la constante innovación tecnológica. La complejidad de la propia asistencia sanitaria y los constantes cambios rápidos en la tecnología provocan que los profesionales sanitarios tengan una información limitada acerca de la efectividad y la eficiencia de los distintos procedimientos terapéuticos.

La incertidumbre en el valor de las diversas opciones terapéuticas se denomina variabilidad en la práctica médica. Este problema se conoce desde los años 30 con los

trabajos de Allison Glover, pero los estudios más relevantes y rigurosos sobre la variabilidad fueron los realizados a partir de los años 70 por Wennberg y Gittelshon sobre las tasas de amigdalotomías, histerectomías y prostatectomías en el estado de Vermont

La existencia de variabilidad entre servicios de cirugía ortopédica se originan por diversos factores, una posible clasificación de tipos de factores podría ser:

- Factores dependientes de la población
- Factores dependientes de la oferta de servicios
- Factores dependientes del cirujano, tiene su origen en la incertidumbre provocada por la falta de evidencia científica o por la información limitada del cirujano.

La incertidumbre provoca grandes discrepancias en los criterios de los cirujanos ortopédicos que originan diferentes formas de práctica clínica. A continuación, se muestran las grandes diferencias que existen en Europa y en España a nivel de la Comunidad de Madrid en la cirugía de la artroplastia de cadera y de rodilla.

Estas diferencias se dan tanto en las tasa de artroplastia como en los tipos de prótesis utilizados y en los costes. Dichas diferencias se mantienen incluso dentro del mismo hospital y también dentro del mismo servicio de cirugía ortopédica, demostrando que gran parte de esta variabilidad es debida a factores que dependen de las discrepancias entre los cirujanos.

¿Qué se podría hacer?

La existencia de variaciones significativas repercute de forma negativa en la calidad asistencial porque pone de manifiesto tres tipos de problemas: un problema de efectividad, otro de eficiencia y un último de accesibilidad.

Ante estos inconvenientes, existe la necesidad de buscar soluciones mediante aquellos métodos o estrategias de garantía de calidad que sean más efectivas en la disminución de la variabilidad, como son:

- Las auditorias médicas.
- La investigación de resultados.
- La elaboración de guías clínicas, protocolos y vías clínicas.

- Los métodos de búsqueda de la excelencia (Benchmarking).
- La evaluación económica en asistencia sanitaria.
- La creación de registros.

En la práctica, la incertidumbre puede originarse de muchas fuentes posibles, entre las cuales cabe mencionar: definición incompleta de la magnitud a medir, muestreo, condiciones ambientales, errores de apreciación del medidor, resolución finita del instrumento, valores inexactos de patrones (material de referencia), valores inexactos de constantes usados en los algoritmos de reducción de datos, aproximaciones y suposiciones de los métodos de medición, variaciones en observaciones repetidas del mensurando bajo condiciones que parecen iguales, etc.

Al desconocer la incertidumbre del equipo con los que se mide y también con los que se opera aumenta el error en la operación que tiene consecuencias para el paciente porque prolonga sus dolencias en el tiempo y alarga su permanencia al cuidado del sector sanitario. Por otra parte, la sanidad sigue empleando recursos económicos convertidos en forma de servicios para atender a un paciente que podía estar recuperado.

Para intentar reducir una parte de la incertidumbre se elaboran las Guías de Práctica Clínica, GPC. Sin embargo, aún con los aparatos más precisos, la incertidumbre en la medida continúa existiendo, porque no se deriva de los instrumentos, sino del propio hecho de medir (Principio de la incertidumbre). Por este motivo el resultado de una medición debería estar formado por el valor medido acompañado de la incertidumbre de la medición, que valora la calidad y la confianza en el valor obtenido.

Gracias a este proyecto se proporcionarán resultados completos a los médicos, quienes podrán realizar sus análisis con mayor seguridad y acierto.

4.3 OBJETIVOS DEL PROYECTO

Algunos de los impulsos que han incitado a promover la comparación de los equipos médicos y la realización del presente proyecto son las ventajas derivadas del proyecto se pueden desglosar en tres grandes bloques:

Dar beneficio al mayor número posible de usuarios. Cuántas más mediciones en diferentes laboratorios se consigan, el patrón será útil en mayor número de aparatos. Y a su vez, el número de los equipos en los que es útil el patrón proporcionará beneficio a los usuarios que utilizan esos aparatos. Algunos beneficios para el paciente son:

- disminución de dolor y riesgo de infección;
- menor riesgo de complicaciones en la intervención;
- menor tiempo de recuperación;
- menos días de estancia en el hospital;
- mejores resultados médicos;
- mejora de la calidad de vida.

También existen beneficios para las organizaciones sanitarias, algunas de ellas son:

- Concienciar a los médicos de los numerosos factores de incertidumbre que envuelven a sus decisiones, y así ser conscientes de la necesidad de formación a los médicos y personal que obtienen el resultado de medición para que revise el resultado e interprete correctamente si el valor de incertidumbre o de medida pudiera ser grande o pequeño.
- Disminuir la incertidumbre originada por los equipos médicos en los que se efectúan las medidas, con lo que se conseguiría reducir el número de pruebas comprobatorias de resultados, y por tanto menor tiempo de trabajo y ahorro monetario.

Desde una perspectiva social se persigue:

- avanzar en la ingeniería biomédica
- ser la base de otros trabajos que podrían derivarse del presente proyecto

- ayudar a la sociedad a cubrir una necesidad no cubierta

Capítulo 5 PRESUPUESTO

5.1 RESUMEN DEL PRESUPUESTO

El presupuesto del proyecto, detallado en el Documento nº 4, Presupuesto, asciende a la cantidad de SEIS MIL TRESCIENTOS CINCUENTA Y S EIS EUROS CON NOVENTA Y TRES CÉNTIMOS (6.356,93 €)

Parte I. SECCIÓN B:
DESARROLLO DEL ESTUDIO

ÍNDICE DEL DOCUMENTO 1.B: DESARROLLO DEL ESTUDIO

<i>Parte I. Sección B: Desarrollo del estudio</i>	57
<i>Índice del documento 1.B: Desarrollo del estudio</i>	59
<i>Capítulo 1 Artefacto no calibrado</i>	61
<i>Capítulo 2 Preparación del artefacto</i>	63
2.1 Limpieza de huesos	63
2.2 Puntos de referencia	71
2.3 Taladrado	74
2.4 Unión Esfera-Hueso.....	78
<i>Capítulo 3 Medición en FREMAP</i>	85
3.1 Estado de los huesos.....	85
3.2 Empaquetado	87
3.3 Medición	89
3.4 Resultados.....	89
<i>Capítulo 4 Medición en ICAI</i>	99
4.1 Fin de la preparación del artefacto	99
4.2 Brazo de medición.....	99
4.3 Escáner.....	105
4.4 Geomagic	107
<i>Capítulo 5 Futuras Mediciones</i>	125
5.1 Identificación física de esferas	125

Capítulo 1 ARTEFACTO NO CALIBRADO

Se pretende estudiar la comparabilidad de los resultados en las mediciones 3D de los hospitales participantes en la medición de un artefacto no calibrado. Para ello, el primer paso es elegir y preparar dicho artefacto. Los criterios de elección son:

- Facilidad de medición en los equipos de los hospitales.
- Conocimiento del artefacto por los médicos.
- Proximidad a los objetos reales de medición.

A partir de estos criterios se delimita que sea un elemento de materia orgánica. Concretando más se elige como elemento el hueso por cumplir los anteriores criterios. En los hospitales es común su medición, en urgencias y en consulta ordinaria, y es indispensable tener equipos para visualizar huesos que los médicos utilizan frecuentemente.

El hueso es un elemento fácil de medir en los equipos de los hospitales. Es conocido por todos la importancia que para un hospital en un país desarrollado tiene el poseer alguna máquina que permita visualizar los huesos del paciente. Hay aparatos diseñados especialmente para esta tarea y por esto no desentraña una dificultad determinar qué equipo utilizar para su medición.

El esqueleto es la estructura que forma el cuerpo humano y los médicos tienen un conocimiento profundo de sus características. Por ello, al ser el artefacto un objeto de su ambiente cotidiano les puede resultar atrayente, es decir, se evita que el artefacto les resulte extraño porque podría provocar un sentimiento reactivo a lo desconocido y por tanto así facilitamos su colaboración en el transcurso del proyecto.

Los componentes del sistema óseo son elementos comunes en las mediciones realizadas en los hospitales. Debido a la necesidad de trabajar con los huesos de manera habitual, en los centros sanitarios existen equipos que permiten observar este elemento, y personal cualificado que domina el manejo de este tipo de maquinaria.

Definir el artefacto como hueso es muy genérico. Es necesario acotar más sus características para decidir qué tipo de hueso va a ser el artefacto de medición.

En cuanto al individuo perteneciente. Lo más cercano a la realidad en la que operan los hospitales sería trabajar con huesos humanos, sin embargo, para poseer y trasportar huesos de personas es necesario la adquisición previa de los permisos correspondientes. Por la dificultad que representa se desecha esta opción. Para contribuir a la sostenibilidad de la fauna animal se establece la premisa de que el artefacto pertenezca a otro individuo de la naturaleza con abundancia de ejemplares. Además, se consiguen otras ventajas como: facilidad de obtención, evitar asuntos administrativos de licencias, ahorro de costes,...

Otro factor importante es el tamaño, el aconsejable es el que mejor optimice su traslado, medición, peso,... Con ambas restricciones se delimita los posibles huesos del cuerpo según el animal elegido.

Teniendo en cuenta todos los criterios enunciados, en el presente proyecto se han escogido como artefacto no calibrado los huesos de jamón y de cordero. En segunda instancia, para albergar el rango óptimo de tamaño se han tomado los correspondientes a la pata del cerdo (pata y paletilla de jamón), y la pata del cordero (paletilla de cordero).

Una vez determinado el objeto a medir se prepara para su posible medición e intercomparación posterior.

Capítulo 2 PREPARACIÓN DEL ARTEFACTO

2.1 LIMPIEZA DE HUESOS

La entidad universitaria Comillas proporciona una paletilla de jamón, dos paletillas de cordero y dos patas de jamón, a través de D. Néstor Pérez Mallada, jefe de estudios en fisioterapia, y de Dña. María Ana Sáenz Nuño, encargada del laboratorio de metrología dimensional del dpto. de mecánica de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería. Ambas personas llevan a cabo una estrecha colaboración en temas biomecánicos, con el objetivo de implementar las técnicas de calibración que se utilizan en máquinas de medición por coordenadas. Para ello, uno de los pasos es la realización del presente proyecto.



Figura 3 Huesos cedidos por la U.P. Comillas

Una vez obtenidos los huesos de jamón y de cordero de la zona de la paletilla y de la pata, se procede a la limpieza de la carne adherida hasta la eliminación del periostio, la membrana fibrosa que cubre los huesos.

Primero se intenta desprender del hueso la carne y grasa más abundante que está en la superficie, especialmente en las patas de jamón.



Figura 4 Huesos con parte de carne ya desprendida

Para ablandar la carne que permanece incrustada se cuecen los huesos en una cacerola durante una hora y media aproximadamente.



Figura 5 Huesos en la cacerola

Debido al calor de cocción, además de ablandarse la carne, se observa que las articulaciones se debilitan y resulta más fácil separar los huesos. Transcurrido el tiempo, se sacan y se procede a despegar la carne y la grasilla con cuchillos y pinzas. Para las partes más delicadas se utiliza cepillo de dientes.

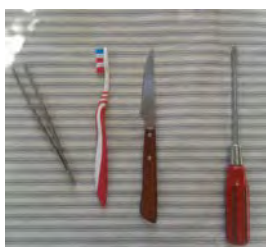


Figura 6 Utensilios



Figura 7 Articulaciones debilitadas



Figura 8 Limpieza

A pesar de la exhaustiva limpieza los huesos aún no están pulcros. Para ayudar a eliminar los restos que mantienen se introducen los cinco juegos de huesos en sus respectivos baldes con agua, dejándolos a remojo se despegan poco a poco restos de carne y grasilla.



Figura 9 Cinco juegos de huesos montados superficialmente



Figura 10 Huesos a remojo en sus respectivos baldes

Con el procedimiento seguido hasta ahora se ha quitado la mayor parte de materia envolvente al hueso, pero aún quedan ciertos restos y grasilla. Para quitarlos se encarga agua oxigenada al 50% de 200 volúmenes, un fluido que descompone la materia orgánica. Por las recomendaciones del vendedor se utiliza en el laboratorio de química de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de U.P. Comillas.

Por ser un material tóxico se utilizan gafas, guantes y bata como protección directa y campana extractora para evitar aspirar los olores que desprende. Se utilizan dos bandejas amplias y unas varillas para impedir a los huesos flotar. Se desconoce el tiempo exacto que deben estar sumergidos para eliminar los restos adheridos dañando lo menos posible las células óseas. Por eso se depositan a las 9.30h observándolos durante varias ocasiones a lo largo del día hasta extraerlos a las 18.15h del mismo día.

El esquema de la disposición durante ese tiempo es:

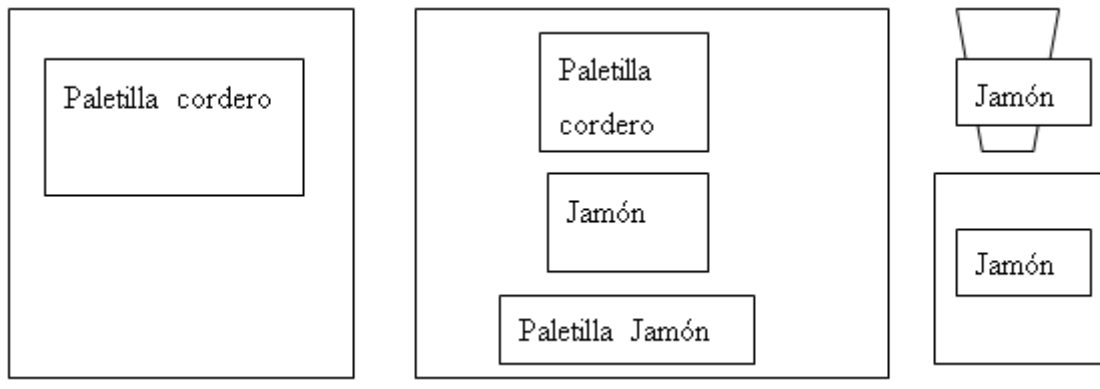


Figura 11 Esquema de la disposición en el secado de los huesos-1



Figura 12 Vista global bandejas



Figura 13 Bandeja izquierda

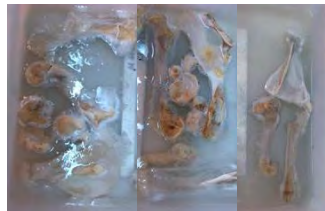


Figura 14 Bandeja del centro



Figura 15 Bandeja de la derecha

Al entrar en contacto el hueso con el fluido se produce una reacción química que provoca la aparición de burbujas. Debido a la abundancia de esas burbujas se va formando una espumilla blanca alrededor del hueso. Otras observaciones es el progresivo blanqueamiento de los huesos proporcional al enturbiamiento del fluido.

A pesar de no haber tenido contacto directo con el fluido, el cuerpo puede reaccionar a la cercanía del agua oxigenada con un picor y la aparición de algunas ampollas que se secan en breve período de tiempo.



Figura 16 Manos unas dos horas después de retirar los huesos

Al extraer los huesos del agua oxigenada se depositan para su secado en dos bandejas colocados como se muestra en el esquema y en las fotos:

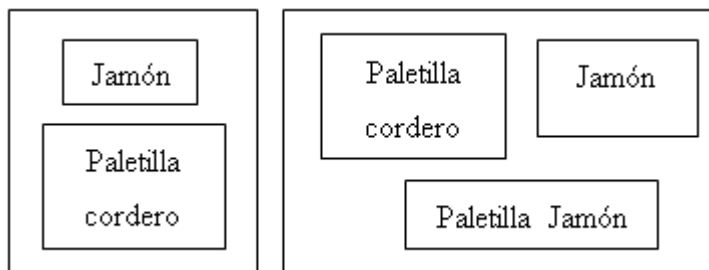


Figura 17 Esquema de la disposición en el secado de los huesos-2

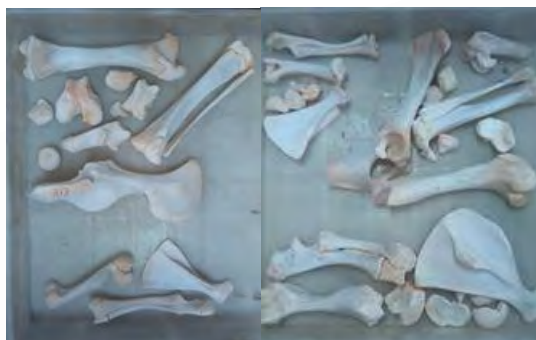


Figura 18 Fotografías de la disposición en el secado de los huesos

Una vez los huesos están bien secos se puede apreciar una estructura frágil alrededor de los extremos de los huesos que al ligero roce se desprende. Estas láminas son producidas por el secado de la espumilla que apareció con la abundancia de burbujas tras la inmersión de los huesos en agua oxigenada.



Figura 19 Hueso con estructura frágil



Figura 20 Láminas separadas del hueso debido al roce.

Algunos huesos quedan limpios. Otros, como los pertenecientes a la pata de jamón mantienen parte de la grasilla en su superficie. Con la intención de obtener los huesos pulcros, se vuelve a repetir la operación de limpieza en agua oxigenada para aquellos huesos que mantienen grasilla como se muestra en las siguientes fotografías.



Figura 21 Huesos con grasilla en su superficie

Los huesos se sumergen en agua oxigenada durante 5 horas y media



Figura 22 Huesos sumergidos

Para evitar que floten y con el fin de que el agua oxigenada realice mejor su función de secado de la grasilla del hueso, se colocan unas varillas que ejerzan un peso hacia abajo por efecto de la gravedad.



Figura 23 Huesos sumergidos con varillas

Tras retirarlos se comprueba que la grasilla ha desaparecido sólo parcialmente y el hueso no se ha secado del todo. Por ello, se introducen durante 5 horas estos dos huesos y otro más que tras unos días ha empezado a soltar grasilla al exterior.

Los tres huesos se colocan en una probeta cada uno para sumergir las partes que se desean secar y procurar aprovechar el agua oxigenada.



Figura 24 Huesos introducidos en sus respectivas probetas

Al extraer los huesos y comprobar que la grasilla persiste con ellos se vuelven a introducir en sus respectivas probetas durante 20 horas más.

Finalmente, se extraen sin haber conseguido secar la grasilla como se observa en las siguientes fotografías por las zonas amarillentas que poseen los huesos y que corresponden con tacto suave y graso. También se aprecia que se han ido resquebrajando ciertas partes del hueso e incluso se han desprendido algunas partes de huesos más pequeños en la zona de las articulaciones.



Figura 25 Articulaciones



Figura 26 Hueso resquebrajado y con zona de grasilla.

Una explicación posible a no haber podido secar ciertos huesos es debida a que los huesos no poseen el mismo espesor en toda su longitud ni la misma cantidad de fibras envolventes que se desean eliminar. Ello hace que según las zonas se necesite distinto tiempo de contacto con el agua oxigenada. El primer tiempo de exposición común a todos los huesos se estableció a ojo, manteniendo en todos los huesos el mismo tiempo, porque se desconocía experimentación previa en este campo y aparentemente estaban correctamente.

Al producirse una descomposición ósea mayor a la actualmente aconsejable, el hueso se agrieta desprendiendo a su superficie la grasa interna que posee y eso aumenta la grasilla externa a eliminar. Cuanto más se expone al agua oxigenada más se agrieta y más grasa sale al exterior. Se podría pensar que llegará un momento en que la totalidad de la grasa interna se ha desprendido y el hueso queda totalmente seco, sin embargo, si se toma ese caso el hueso se resquebraja e igualmente queda inservible para la utilidad que se demanda.

Por este motivo, se da por finalizada la fase de limpieza de huesos descartando los huesos en dicho estado como opciones a artefactos útiles para el proyecto.

2.2 PUNTOS DE REFERENCIA

Se desea comparar las mediciones realizadas entre los mismos puntos efectuados en diferentes equipos. Determinar puntos exactos en un elemento como el hueso conlleva

excesiva dificultad por ser una superficie irregular. Además, por ser materia orgánica está expuesta a relativa descomposición que aunque lenta puede sufrir pequeños desgastes inesperados, más aún al estar expuesta en un fluido de descomposición como ha sido el caso del agua oxigenada 50% de 200 vols.

Para establecer puntos de referencia exactos se decide adherir un agente externo al hueso. De entre los posibles se decide los centros de las esferas por ser un punto inequívoco y con mayor facilidad de obtención que en el caso de otras formas u objetos.

Es interesante que las esferas sean de diferente material y tamaño para albergar al mayor número de posibles equipos participantes, ya que pudiera ocurrir que no todos detecten los mismos materiales o que se vean sometidos a una dificultad debido al tamaño de esfera.

En el presente proyecto se han utilizado bolas de cristal y de acero con especial exigencia en su tolerancia geométrica por esfericidad, y como segundo criterio las que mejor se ajustan en calidad y precio. Las esferas de acero son bolas de rodamientos en tamaños de: 2'5; 5; 7; y 10 [mm]; y las esferas de cristal son de: 4 [mm].



Figura 27 Esferas de cristal



Figura 28 Esferas de acero.

DIAMET.BOLA	2,50mm (-3um)	DIAMET.BOLA	5,00mm (+2um)	DIAMET.BOLA	7,00mm (+/-0um)	DIAMET.BOLA	10,00mm (+2um)
MATERIAL	AISI 52100(Ac.Cromo)	MATERIAL	AISI 52100(Ac.Cromo)	MATERIAL	AISI 52100(Ac.Cromo)	MATERIAL	AISI 52100(Ac.Cromo)
GRADO	G100	GRADO	G100	GRADO	G100	GRADO	G100
CANTIDAD	100	CANTIDAD	100	CANTIDAD	100	CANTIDAD	100
NUMERO LOTE	110993	NUMERO LOTE	11100703	NUMERO LOTE	13051004	NUMERO LOTE	13041001
FECHA DE PROD.	10.09.2011	FECHA DE PROD.	24.10.2011	FECHA DE PROD.	21.05.2013	FECHA DE PROD.	22.04.2013

Figura 29 Etiquetas de las esferas de acero

Entre los huesos que posterior a su baño por agua oxigenada no han desprendido grasilla se eligen seis, de forma que sean variados según el animal y el tipo de hueso. Como se tienen cinco tipos de esferas, se colocará a cada hueso un tipo de esfera y al sexto una combinación de las 4 bolas de rodamientos de acero.

La colocación de las bolas en los huesos debe facilitar el conocimiento de la posición del hueso y la consecuente identificación de cada esfera aún en el caso de que la visualización de la imagen que proporcione el equipo no se muestre el artefacto o elemento base, es decir, en el caso de que únicamente muestre las esferas y no el hueso.

En el presente proyecto se distribuyen en forma de hélice, en el contorno de uno de los laterales y en las puntas o extremos.

En un primer momento se marcaron con cinta aislante para plantear una posible distribución de las bolas. En porciones cuadrangulares de cinta negra la hélice. En color rojo el contorno de uno de los laterales del hueso y los extremos.



Figura 30 Colocación de las marcas en el hueso de cristal



Figura 31 Huesos con cinta aislante y las esferas de acero a colocar.

Para unir las bolas con los huesos surge la necesidad de hacer unos orificios a estos últimos para tener suficiente área de contacto entre hueso y bola para que el adhesivo correspondiente pueda juntar ambos componentes. Si se intentase pegar sin crear un hueco en el hueso únicamente se tendría un punto de contacto, y por muy bueno que fuese el adhesivo empleado habría altas probabilidades de pronta desunión.

Para crear los orificios mencionados se elige la taladradora. Según el diámetro de la bola a ubicar en cada hueco se realizará el taladrado con diferentes tamaños de brocas. Por ser el hueso de un material blando el tipo de broca empleada será de madera.

Por lo tanto, al haber decidido agujerear el hueso con la taladradora, es preciso despegar los trozos de cinta aislante para efectuar las perforaciones. Sin embargo, al despegar las porciones cuadrangulares de cinta aislante de los huesos se pierde la referencia de los puntos en los que se desea posicionar las bolas. Es por este motivo que, según se va quitando la cinta aislante, se coloca un punto con rotulador permanente para recordar las señalizaciones. Esto permitirá ser más preciso en el proceso de taladrado.



Figura 32 Huesos señalizados con rotulador y las esferas de acero a colocar.

2.3 TALADRADO

Debido a la necesidad de crear agujeros para acomodar las bolas se ha decidido utilizar la taladradora de entre la familia de las máquinas-herramientas. En este proyecto se emplea una taladradora del laboratorio de fabricación del dpto. de Mecánica de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de U.P. Comillas.

La taladradora está ubicada en un carrito con ruedas en posición vertical. Cuando se está mirando a la sujeción de la taladradora desde el perfil libre, si se desea desplazar la taladradora de manera descendente se mueve la palanca en sentido antihorario, y si se desea subir la taladradora debe girarse la palanca en sentido horario. Sobre el carrito se

encuentra una mesa de planitud de cero grados, sobre la cual se apoya la sujeción de la taladradora y encima de dicha sujeción una mordaza para mantener fijos los elementos a taladrar. Gracias a este conjunto se facilita la perpendicularidad entre la broca y la superficie de la pieza.



Figura 33 Taladradora

Para comenzar se coloca la broca correspondiente según el hueso y agujero a taladrar. El tipo de brocas utilizadas son de madera por ser el hueso un material blando, su valor será equivalente al diámetro de la bola que se quiera ubicar en cada orificio. Como el diámetro de las esferas es de: 2,5; 4; 5; 7; y 10 [mm]; se utilizarán brocas de madera de: 2,5; 4; 5; 7; y 10 [mm]. Para encender o apagar la máquina se presiona el botón negro de puesta en marcha o parada.



Figura 34 Zoom taladradora

Se realiza el taladro descendiendo poco a poco la taladradora. Se taladra y se vuelve a subir varias veces mientras se comprueba la capacidad del orificio colocando encima la esfera correspondiente. Cuando al situarse en el hueco se visualice aproximadamente la mitad de la esfera, se da por concluido el taladro. La secuencia del proceso se muestra a continuación:



Figura 35 Secuencia de la operación de taladrado.

Es una operación muy delicada porque en el momento que la broca toca al hueso tiende a penetrar más de lo deseado aún estando la taladradora fija. Esta operación resulta más arriesgada en los diámetros de mayor dimensión, porque hay que penetrar a mayor profundidad la broca para albergar el volumen de esferas mayores, y por tanto, aumenta la probabilidad de llegar a la parte interna del hueso.



Figura 36 Ejemplo de hueso traspasado por la broca

La maniobrabilidad del conjunto presentado anteriormente es limitado y puede dificultar el posicionamiento de los huesos al realizar el taladro. Para fijar mejor las piezas en ocasiones se ha quitado la mordaza, y en otras se han utilizado dos prismas rectangulares de aluminio.

A pesar de eso en ocasiones no se han podido realizar los taladros en dicha máquina por las dimensiones del hueso. Este ha sido el caso de los agujeros en los extremos de los huesos de mayor longitud. Para realizar dichos agujeros se ha utilizado una máquina manual sujetando a los huesos en una mordaza fija en una mesa. Este proceso es más complicado que el anterior. Por un lado, hay que tener pulso firme, tanto para procurar mantener la perpendicularidad, como para evitar obtener un agujero de mayor amplitud al deseado. Por otro lado, se necesita fuerza, para ascender la taladradora e impedir que la inercia taladre el hueso más de lo deseado.



Figura 37 Taladradora manual

En ocasiones el punto de referencia planteado para ubicar la bola no es el idóneo para taladrar, debido a que lo recomendable es que la superficie del hueso sea perpendicular a la broca, y esto no siempre era posible por las dificultades de maniobra comentadas. Por eso en algunas situaciones se ha desplazado ligeramente el punto señalado con rotulador respecto al taladro realizado.



Figura 38 Desviación del agujero respecto al punto de referencia planteado

2.4 UNIÓN ESFERA-HUESO

Una vez taladrados los agujeros se procede a unificar las esferas en los huesos, cada uno en su orificio correspondiente. El hueso es un elemento rugoso y como ya se ha mencionado irregular. Por tanto, el adhesivo debe ser capaz de unificar el hueso con los materiales de las esferas. En este caso: hueso-cristal y hueso-acero.

Además, se desea que la unión sea fuerte y perdurable durante un largo período para que el artefacto se pueda utilizar en la intercomparación de la mayor cantidad de equipos posibles. En el momento en que se despegue alguna de las bolas, y en el caso en que se vuelva a unir, las medidas que se relacionen con dicha bola se podrán comparar con las medidas de los equipos efectuadas antes de la separación, y por otro lado, también se podrán comparar las mediciones posteriores entre sí. Pero no se podrán comparar mediciones realizadas antes de la desunión con aquellas que se obtengan después de su separación.

Algunos agujeros tienen mayor profundidad que el radio de la esfera, porque el espesor que posee el hueso es menor que el radio de la esfera a colocar, y antes de conseguir albergar la esfera en el hueco se ha llegado a la parte interna en la fase de taladrado. Además, en el caso del resto de huecos el taladrado no es semiesférico, sino que su perfil dibuja la forma de la broca. Debido a esto, para crear contacto con aquellos puntos que queden acomodados en la hendidura habrá que rellenar las zonas que quedarían huecas. Es decir, otra de las condiciones es que el adhesivo debe ser no volátil, poseer la capacidad de rellenar un volumen.



Figura 39 Taladro de profundidad mayor al radio de la esfera

Como criterio secundario se preferirá un adhesivo transparente para no afectar a la estética del hueso si queda visible desde el exterior del hueso.

En el hueso de la siguiente fotografía parte del adhesivo ha escurrido, saliendo fuera de la hendidura hasta su acumulación en su parte inferior de la posición colocada para el tiempo de fijación, que en la foto se corresponde a la cara superior. Al ser transparente se aprecia menos que si tuviese alguna tonalidad.



Figura 40 Goteo en el tiempo de fijación del adhesivo

Estas variables delimitan los posibles adhesivos a utilizar. Finalmente, se elige el adhesivo EA 9483 de la marca Loctite con tecnología epoxi porque entre las opciones de los adhesivos con las características citadas, es el de mejor relación calidad-precio.

El adhesivo EA 9483, también conocido como Hysol 9483. Está formado por dos compuestos en dos tubos contiguos: uno con la resina epoxi (componente A); y el otro con el endurecedor amina (componente B). Ambos son líquidos incoloros, resultando una mezcla transparente. Se recomienda guardar bien cerrado en un lugar seco entre 8 y 21 °C, en este proyecto se ha almacenado en el frigorífico.



Figura 41 Bote del adhesivo Hysol 9483

Para su aplicación se utiliza una cánula o mezclador estático y una pistola dispensadora. La cánula está diseñada con un mezclador helicoidal que garantiza la homogeneización de los componentes. En uno de los extremos tiene unas solapas para fijarlo al bi-tubo cuando se retira el tapón, y en el otro un pequeño orificio por donde sale la mezcla. La vida útil es de un único uso, lo que comúnmente se denomina de usar y tirar, porque al entrar en contacto los dos componentes se forma la mezcla de adhesivo endureciéndose en el interior de la cánula e impidiendo su flujo en futuros usos. Existen varios modelos según su longitud, las cánulas mayores acoplan mejor los componentes al tener el mezclador helicoidal más grande.



Figura 42 Cánula o mezclador helicoidal

Para colocar la cánula en el bi-tubo, primero se gira el tapón 90° con giro horario para retirarlo, después se ejerce el contacto del extremo con solapas de la cánula y el tubo, por último se realiza un giro relativo de 90° entre ambos objetos para fijar la cánula.



Figura 43 Cánula en el bi-tubo

La pistola dispensadora o también llamado dispensador de adhesivos, se utiliza para sistemas de tubos bi-componentes. Están equipadas con un émbolo doble que asegura un flujo adecuado de material y permiten una reposición rápida del adhesivo. Por todo esto, garantizan unas buenas condiciones de trabajo.

Para componer el conjunto cánula&bi-tubo y pistola, primero se presiona la solapa negra para permitir el libre movimiento del émbolo doble y a continuación, en segundo lugar, se tira de él hasta el fondo hacia el sentido en que se apretaría el gatillo. En esa posición, el tercer paso es quitar el tope de la parte superior de la pistola para descolgar una parte de la carcasa negra con la forma de dos orificios por donde se introduce la cánula&bi-tubo y se vuelve a colocar poniéndolo en el tope de antes. Por último, para que salgan los componentes del tubo hacia la cánula se aprieta el gatillo.

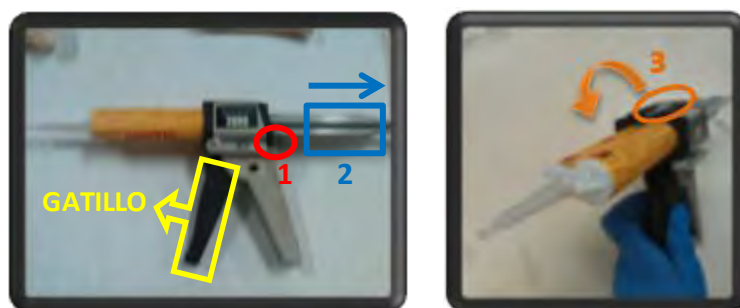


Figura 44 Esquema del proceso de montaje en la pistola

La superficie del hueso se limpia con metil-etil-cetona para quitar impurezas y pequeñas partículas de la superficie y en especial de los orificios, por ser estas zonas las que van a entrar en contacto con el adhesivo.



Figura 45 Metil-etil-cetona

Al frotar delicadamente con pañuelos de papel para secar el hueso de metil-etil-acetona y para retirar la suciedad, se corre ligeramente la tinta de aquellos puntos

señalados a rotulador que modificaron su posición respecto a la planteada en la fase de taladrado. En otros materiales esta tinta se podía haber eliminado del hueso con el metil-etil-acetona, sin embargo, al ser el hueso un material poroso penetra entre sus intersticios dificultando ese objetivo. Con la intención de disminuir el contraste azul de la tinta sobre el fondo beige-blanquecino del hueso, en algunas partes del hueso se coloca una pintura blanca.



Figura 46 Disminución del contraste

Una vez se tienen limpios los huesos se coloca el adhesivo generosamente extendiéndolo por toda la hendidura resultante de taladrar a través del conjunto cánula-adhesivo-pistola, seguidamente se coloca la esfera correspondiente encima. Si parte de la mezcla sale a la superficie debido al empuje ejercido por el peso de la bola, se retira cuidadosamente con un pañuelo de papel. Se repite el mismo proceso de trabajo para la colocación de cada una de las esferas.



Figura 47 Huesos preparados para colocar el adhesivo y la esfera

El tiempo de fijación recomendado por el fabricante varía con la temperatura ambiente, para la acondicionada en el laboratorio se establece de 24 a 48 horas, en las cuales debe ejercerse cierta presión para adherir ambos materiales correctamente. Por este

motivo se realiza en varios días, de lo contrario las esferas que quedan en la parte inferior no se las hubiese podido presionar apropiadamente. Las esferas de la parte superior se dejan sometidas a la presión ejercida por la fuerza de su propio peso. Las laterales por la compactación de prismas rectangulares de acero y otros objetos del laboratorio.



Figura 48 Compactación lateral



Figura 49 Vista general de compactación

Capítulo 3 MEDICIÓN EN FREMAP

3.1 ESTADO DE LOS HUESOS

En el momento de enviar el artefacto no calibrado al primer hospital para el estudio de sus medidas a través de uno de sus equipos, las esferas se encuentran ubicadas en sus respectivas hendiduras sólo de manera parcial. Es decir, no todas las esferas se han unido a los huesos debido a la necesidad de emplear varios días por las condiciones del adhesivo y de su tiempo de fijación. Como se ha descrito en el apartado anterior, este proceso conlleva ejercer una cierta presión contra las esferas durante un tiempo que oscila entre las 24 o las 48 horas.

En las fotografías siguientes se puede apreciar cuáles son las esferas adheridas en el momento de envío a FREMAP y cuáles faltan. Hay que tener en cuenta que algunas esferas estaban en el tiempo de fijación cuando se debían enviar y pudieron desprenderse en el recorrido por no ejercer la presión necesaria durante el tiempo recomendado.



Figura 50 Hueso 2,5A



Figura 51 Hueso 4C



Figura 52 Hueso 5A



Figura 53 Hueso 7A



Figura 54 Hueso 10A

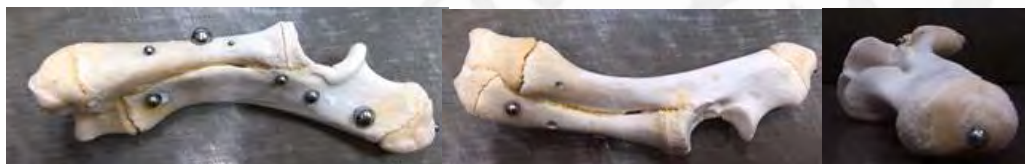


Figura 55 Hueso MIX

3.2 EMPAQUETADO

A pesar de no haber finalizado la preparación completa del artefacto debido a la ausencia de algunas esferas en sus orificios, se decide enviar a su primer destino para la obtención de mediciones, las cuales aportarán una primera visión para su calibración. Además, tras la adquisición de una segunda toma de medidas en otra máquina se podrán comparar los datos hallados entre ambos equipos para aproximar con mayor exactitud su calibración y consecuentemente, el error cometido. La progresiva participación de los equipos va a permitir calibrar mejor los equipos, detallando el posible error que se comete en cada uno de ellos a través de la incertidumbre, y así ser más precisos en las mediciones realizadas cotidianamente en el entorno sanitario.

Dado que la fase final de la preparación del artefacto ha tenido lugar en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de U. P. Comillas, los huesos se encuentran guardados en el laboratorio de metrología dimensional del edificio. Su destino es el hospital de FREMAP de Majadahonda (Madrid).

Por tanto tendrán que desplazarse desde:

Escuela Técnica Superior de Ingeniería - ICAI
Universidad Pontificia Comillas
Calle Alberto Aguilera, 25
28015 - Madrid

Hasta:

Hospital de FREMAP
Carretera de Pozuelo, 61
28222 - Majadahonda, Madrid.

Para la trayectoria por la ruta A-6, M-40, M-503 y M-515 el tiempo establecido es de aproximadamente 19 minutos con tráfico normal y de 20,1 Km de distancia.

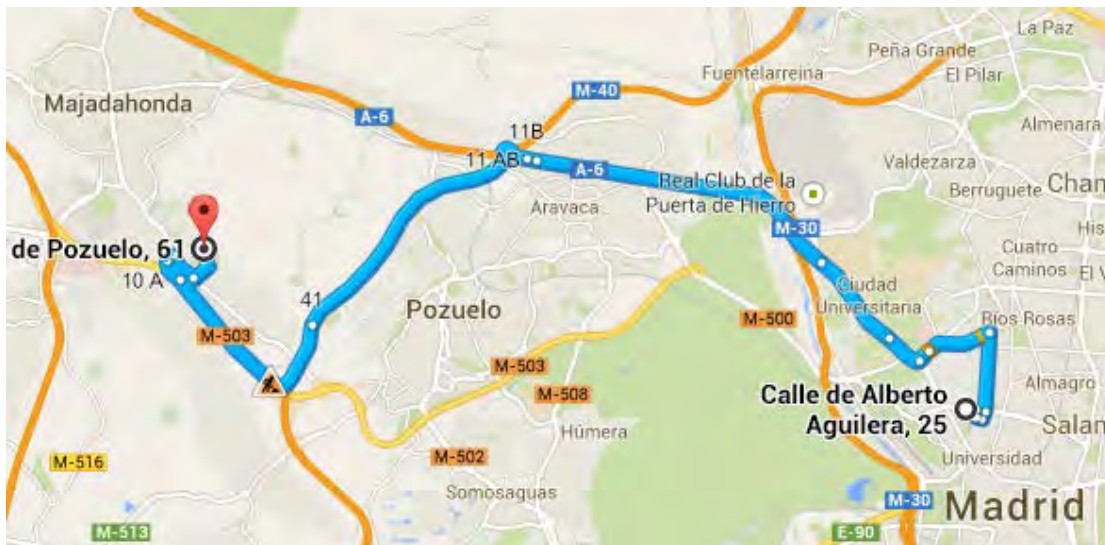


Figura 56 Plano del trayecto

Con el fin de acondicionar el entorno de los huesos apropiadamente en su viaje, se envuelven con abundante papel para amortiguar los posibles golpes del camino y que no sufran ningún desperfecto. Tras embalarlos individualmente, se especifica con un rotulador negro en el papel que los cubre el valor del diámetro cuyas esferas se unió al hueso, a excepción del hueso que tiene una combinación de las bolas de rodamiento, al que se le denomina 'MIX'. El empaquetado prosigue separando los seis huesos en dos paquetes, tres huesos en uno y los tres restantes en el otro, envueltos con papeles gruesos y cerrados con papel de celo. En la parte externa se escribe los huesos contenidos en su interior, refiriéndose a ellos de nuevo con el diámetro de las esferas adheridas.

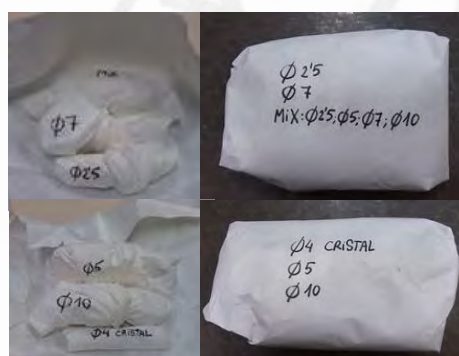


Figura 57 Empaquetado

3.3 MEDICIÓN

Una vez han llegado los huesos a su destino, se efectúan las mediciones en el equipo que FREMAP ha elegido como participante en el proyecto para su calibración. La única indicación proporcionada para la toma de datos al médico ha sido que mida los huesos contenidos en los paquetes como lo hace habitualmente con el objetivo de dar una visión más realista. El médico, tras ejecutar las maniobras necesarias para hallar las medidas, obtiene las mediciones proporcionadas por el equipo.

Mediante este experimento, desde un punto de vista directo, el hospital lejos de ganar dinero lo pierde, debido al uso del equipo y tiempo de trabajo empleado por el médico. Observándolo desde un punto de vista indirecto, los beneficios le llegarían trascurridos un tiempo y bajo condición de la intercomparación de dichas medidas con los equipos de otros hospitales.

Teniendo en cuenta esta situación, se plantea el peor caso para las mediciones, en el cual se prioriza los beneficios a corto plazo y por tanto se hubieran realizado las mediciones con demasiada rapidez. Esta situación podría asemejarse al caso de un médico en una situación de estrés, con urgencia en la toma de medidas y por consecuencia maniobra a mayor velocidad de la recomendada. Por lo tanto, se aceptan estas medidas como posible caso real de medición a un paciente.

3.4 RESULTADOS

A continuación se muestran las imágenes con los datos suministrados por FREMAP ordenadas por el diámetro de las esferas de menor a mayor, dejando al final las relativas al hueso MIX que combina varios tamaños de esferas.

Hueso de la paletilla de cordero con esferas de acero de diámetro 2,5 mm:



Figura 58 Medida FREMAP. Hueso 2,5C

Hueso de la paletilla de cordero con esferas de cristal de diámetro 4 mm:



Figura 59 Medida FREMAP. Hueso 4C

Hueso de la pata de jamón con esferas de acero de diámetro 5 mm:

No hay datos.

Hueso de la pata de jamón con esferas de acero de diámetro 7 mm:

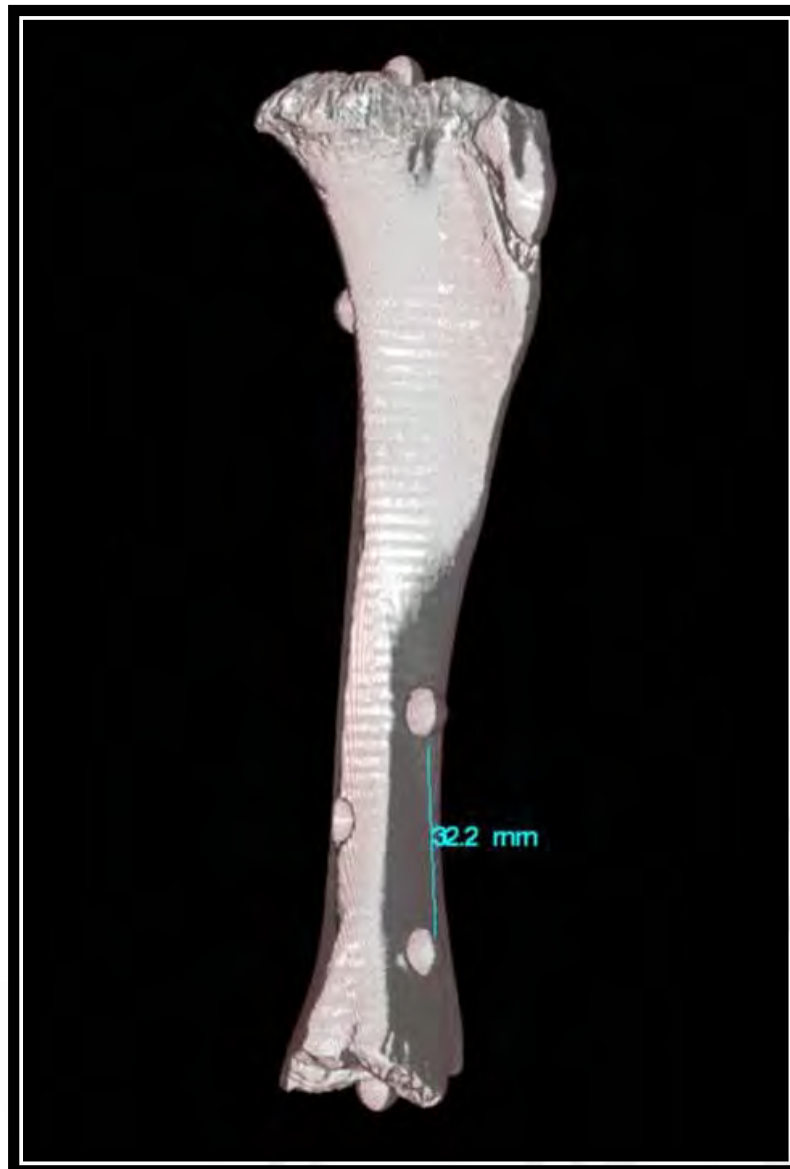


Figura 60 Medida FREMAP. Hueso 7C

Hueso de la pata de jamón con esferas de acero de diámetro 10 mm:

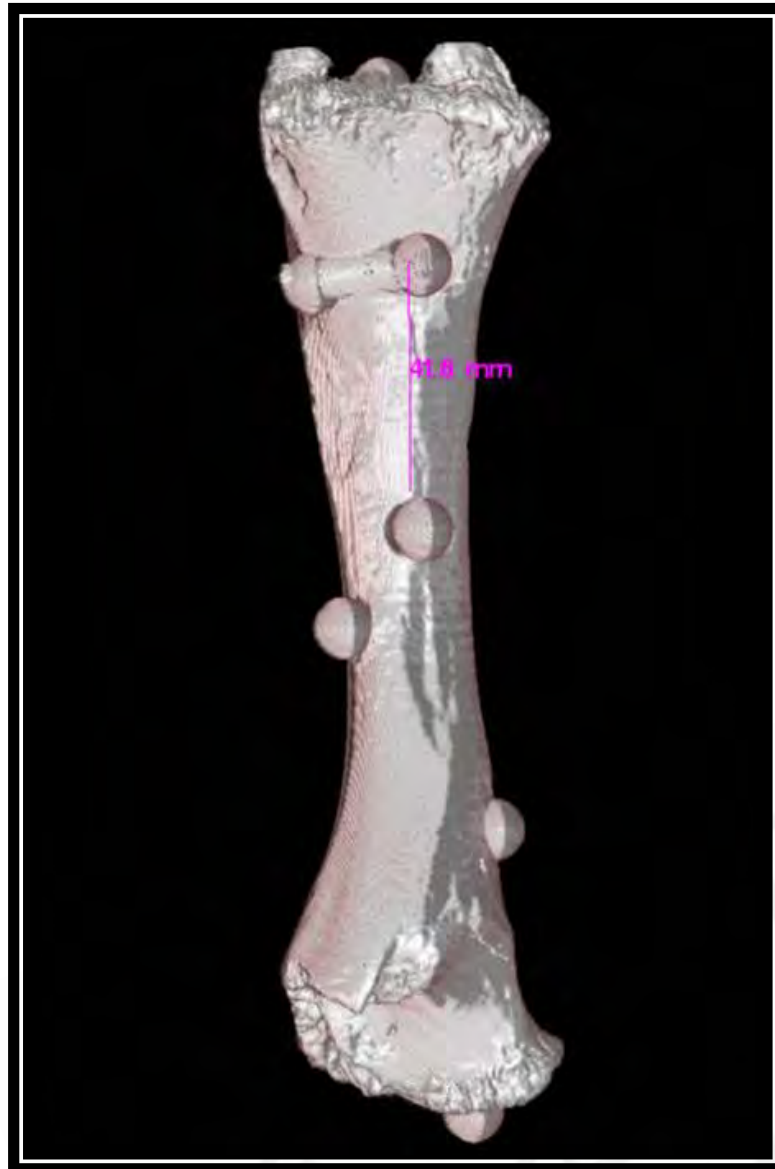


Figura 61 Medida FREMAP. Hueso 10C

Hueso de la paletilla de jamón con mezcla de esferas de acero. Hueso MIX:

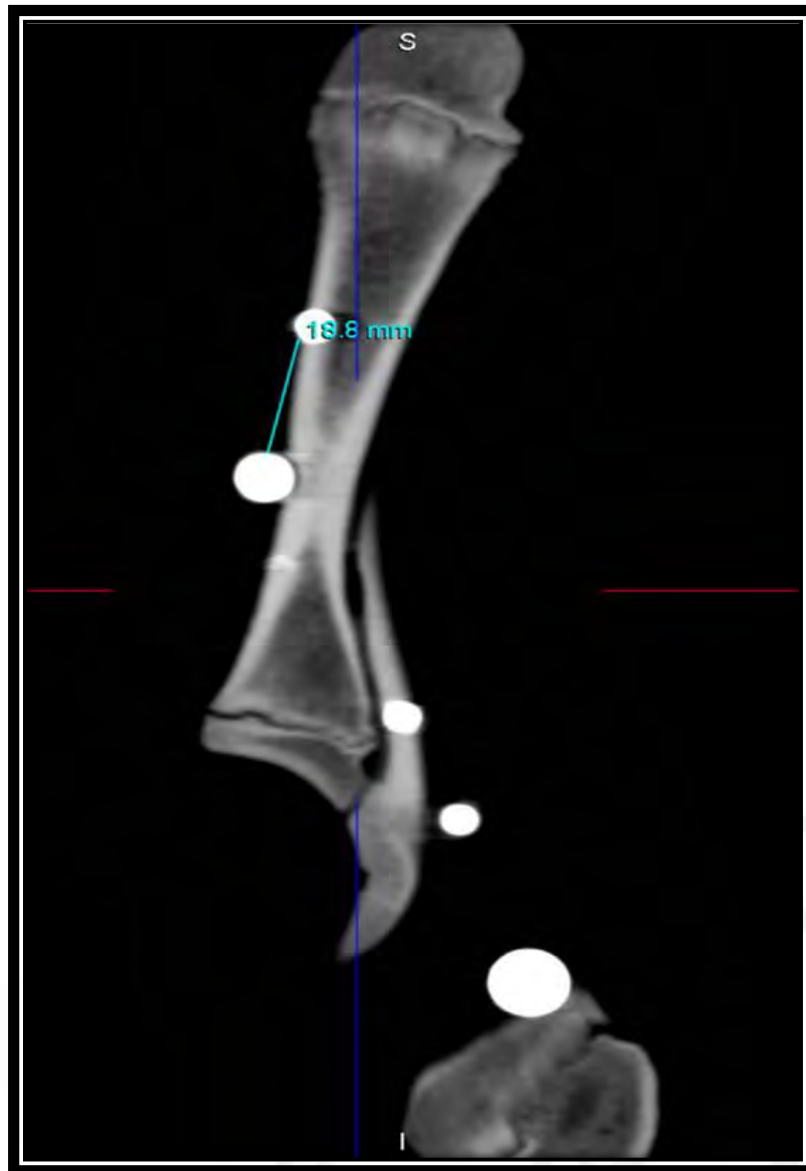


Figura 62 Medida FREMAP. Hueso MIX-1



Figura 63 Medida FREMAP. Hueso MIX-2



Figura 64 Medida FREMAP. Hueso MIX-3



Figura 65 Medida FREMAP. Hueso MIX-4

Capítulo 4 MEDICIÓN EN ICAI

4.1 FIN DE LA PREPARACIÓN DEL ARTEFACTO

Se termina de unir las esferas que no se habían adherido correctamente en el momento del envío a FREMAP, y por ello se despegaron durante su trayecto, mediante el adhesivo EA 9483 siguiendo el procedimiento especificado anteriormente en el capítulo de preparación del artefacto, apartado unión esfera-hueso.

4.2 BRAZO DE MEDICIÓN

Se ha utilizado el brazo de medición portátil de la marca Faro, en concreto en su línea láser, llamada ScanArm. El brazo de medición es un brazo articulado de varios ejes con un volumen de trabajo esférico. Cada articulación tiene un codificador giratorio. Las señales de estos codificadores se procesan y los datos de posición se envían al ordenador.



Figura 66Brazo de medición

La salida del brazo de medición utilizado se realiza a través de cualquier puerto USB de un ordenador a través de un cable que conecta el brazo con el ordenador. También existe otro tipo de brazo de medición que acepta la conexión inalámbrica mediante la tecnología Bluetooth.



Figura 67 Detalles de conexión

Es un instrumento de medición con precisión, sin embargo, se debe tener cuidado con el entorno para un funcionamiento correcto. Los cuidados incluyen evitar:

- Los disolventes.
- El mal uso, como dejarlo caer o doblarlo por las articulaciones.
- La elevada humedad.
- Las fluctuaciones de energía. El regulador de energía debe estar certificado para el país en que se utiliza el equipo.
- Los cambios excesivos de temperatura sin que transcurra el tiempo adecuado. El brazo de medición lleva incorporado un sensor de temperatura mediante un semiconductor en cada articulación. La temperatura se controla de forma constante y la diferencia en el tiempo se aplica luego a las fórmulas matemáticas o a la cinemática, que definen la posición del brazo en un espacio de tres dimensiones.

Desde la interfaz del software del ordenador al software de medición, el brazo de medición genera y muestra mensajes de error como los siguientes.

- Advertencias de detención final del codificador. Esta advertencia se puede ver cuando un codificador alcanza un extremo de su rotación.
- Advertencias de detención de esfuerzos de tubería. Esta advertencia se puede ver cuando hay esfuerzo en una de las tuberías o articulaciones del codificador.

El brazo de medición no produce datos hasta que se borra el error. Antes de que el sistema pueda emitir datos, se deben establecer las referencias para cada uno de los seis codificadores del brazo de medición. La ventana de advertencia de detención final muestra los seis codificadores en estado de error hasta que se establezca la referencia de cada uno. De un modo sistemático, hay que girar los vínculos uno a seis hasta que se eliminen todas las advertencias.

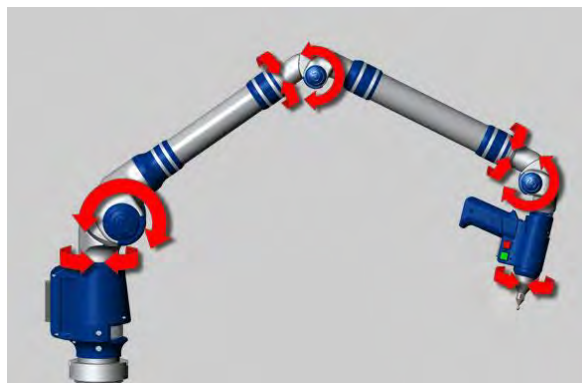


Figura 68 Referencia de los codificadores

Se ha utilizado un palpador sin contacto que recibe puntos digitalizados con un láser y una cámara. En este contexto digitalizar es el registro de las coordenadas XYZ de un punto o ubicación en el espacio 3D, es decir, equivale al término medir referido a puntos. El láser se proyecta en la pieza como una línea y la cámara coge una imagen de la forma y la posición de la línea y crea varios puntos. Luego, estos puntos individuales se envían al ordenador.

El brazo de medición emite un haz rojo visible de un nivel de potencia conforme a CDRH Clase II e IEC Clase 2M. Sin embargo, la operación del dispositivo requiere que el usuario evite de forma permanente el contacto directo con los ojos. Aunque la reacción humana de parpadeo ante una luz intensa proporciona un mecanismo natural de protección contra este haz de láser visible, es recomendable dirigirlo solamente a la pieza.

Durante el funcionamiento del palpador se emite un haz de láser proveniente de la apertura de la parte delantera



Figura 69 Palpador sin contacto

El hardware del brazo de medición tiene una serie de controles e indicadores. Se utilizan los botones: verde y rojo; y dos LED en la parte posterior del palpador láser. El botón verde se usa para comenzar a recopilar datos. Los puntos se envían al ordenador cuando el láser está en rango. Una vez que se comienza a recopilar datos, se puede presionar el botón verde de nuevo para detenerse. El botón rojo se utiliza para finalizar cualquier comando de medición, acepta los datos y da la preferencia al software del ordenador.



Figura 70 Botones y LED del palpador

Cuando el láser está en funcionamiento, se encienden los LED en la parte posterior del palpador. Estos LED también indican el rango del láser a la superficie de destino, es

decir, la distancia a la pieza desde el palpador de línea láser. Los datos sólo se envían al ordenador cuando el palpador está en rango.



Figura 71 Referencia de los LED

- Fuera de rango: dos LED rojos. El palpador está demasiado cerca o demasiado lejos de la pieza.
- Rango central: dos LED verdes. El palpador está en el centro del rango.
- Rango cercano: sólo LED superior verde. El palpador está en rango, más cerca de la pieza.
- Rango alejado: sólo LED inferior verde. El palpador está en rango, más alejado de la pieza

El software también utiliza el cuadro de diálogo para mostrar la distancia y la posición desde el palpador láser a la pieza. Cuando el palpador se encuentra dentro del rango operativo, el centro del objetivo muestra un pequeño cuadro y un rectángulo en el cuadro de diálogo ‘Selector de Rango’. El pequeño cuadro se mueve a medida que se desplaza el palpador láser:

- Arriba: cuando se acerca el palpador a la pieza.
- Abajo: cuando se aleja el palpador a la pieza.
- Izquierda: el lado derecho de la línea está en rango.
- Derecha: el lado izquierdo de la línea está en rango.

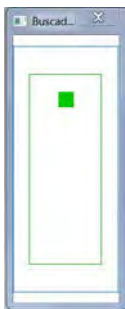


Figura 72 Palpador láser en rango

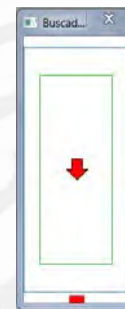


Figura 73 Palpador láser fuera de rango

El pequeño cuadro cambia de color:

- Verde: cuando todo el láser está en rango.
- Azul: parte del láser está en rango.
- Rojo: el láser está fuera de rango.

Cuando el palpador está fuera del rango operativo, el cuadro del objetivo se mueve hacia un costado del cuadro de diálogo del ‘Selector de rango’ y una flecha en el centro del cuadro de diálogo apunta al cuadro.

Si el palpador está establecido en exposición automática, hay un símbolo adicional en la esquina superior izquierda del cuadro de diálogo ‘Selector de rango’. Los cambios en el símbolo describen la exposición:

- Signo menos rojo: baja exposición
- Círculo verde: buena exposición.
- Signo más rojo: alta exposición.

El brazo de medición permite el ajuste de una serie de variables. Para los escaneos realizados en el presente proyecto se ha seleccionado el modo de alta precisión, mejorando el rendimiento un 30% respecto al modo normal, pero reduciendo su campo de visión a la mitad y acortando el ancho máximo efectivo de la línea de escaneo en 2/3 del ancho normal.

Se pueden usar los parámetros velocidad y densidad de escaneo para reducir los datos. La reducción del número de puntos que el palpador recoge puede mejorar el rendimiento del sistema, aumentar la velocidad de escaneo y reducir potencialmente los datos ruidosos no deseados. El brazo de medición también permite hacer pruebas para certificar la exactitud y la repetibilidad.

4.3 *ESCÁNER*

El proceso de escáner comienza colocando la pieza en la mesa de planitud de forma que se pueda escanear de la manera más cómoda posible la mayor parte del artefacto, en especial sus esferas. Para eso se colocan unos cilindros metálicos roscados en la mesa de planitud, a continuación un tornillo de plástico y finalmente se ayuda a fijar la pieza con la ayuda de plastilina. Es importante que la pieza quede firme evitando posibles desequilibrios que al desestabilizarla provoquen su desplazamiento, porque en ese caso habría que volver a comenzar el escaneado.



Figura 74 Colocación de los huesos

Una vez colocada la pieza en los soportes, se establece la referencia de los codificadores girando cada una de las articulaciones y se comienza a escanear con ayuda de los controles e indicadores del hardware descrito anteriormente.

Durante el escáner se observa que el láser refleja en las esferas impidiendo que la cámara detecte la superficie de las bolas correctamente, para solucionarlo se extiende de forma uniforme un revelador húmedo no acuoso para el proceso de líquidos penetrantes. Es un producto basado en una dispersión de polvo blanco en una mezcla de disolventes volátiles y no aromáticos ni halogenados.



Figura 75 Proceso del revelador húmedo no acuoso

Una vez colocada la pieza en su soporte,



Figura 76 Colocación de la pieza

se procede a su escáner.



Figura 77 Escaneado

4.4 GEOMAGIC

Los primeros escaneos de los huesos se realizan colocados siempre en la misma posición. Tras varios escaneos se obtiene una nube de puntos representativa de cada hueso. Obtener la superficie del hueso escaneada de manera parcial puede ser apto para las mediciones, lo importante para las medidas deseadas del artefacto es escanear perfectamente las esferas para detectar correctamente sus centros a partir de los cuales se van a hallar las distancias. Por este motivo, las esferas son los lugares donde más tiempo se dedica al escáner, realizando varias pasadas.

Una vez realizados todos los escaneos necesarios de un hueso se procede a su tratamiento con el programa Geomagic Studio 2012 para reducir el número de puntos, alinear los escaneos y mejorar la calidad de los mismos.

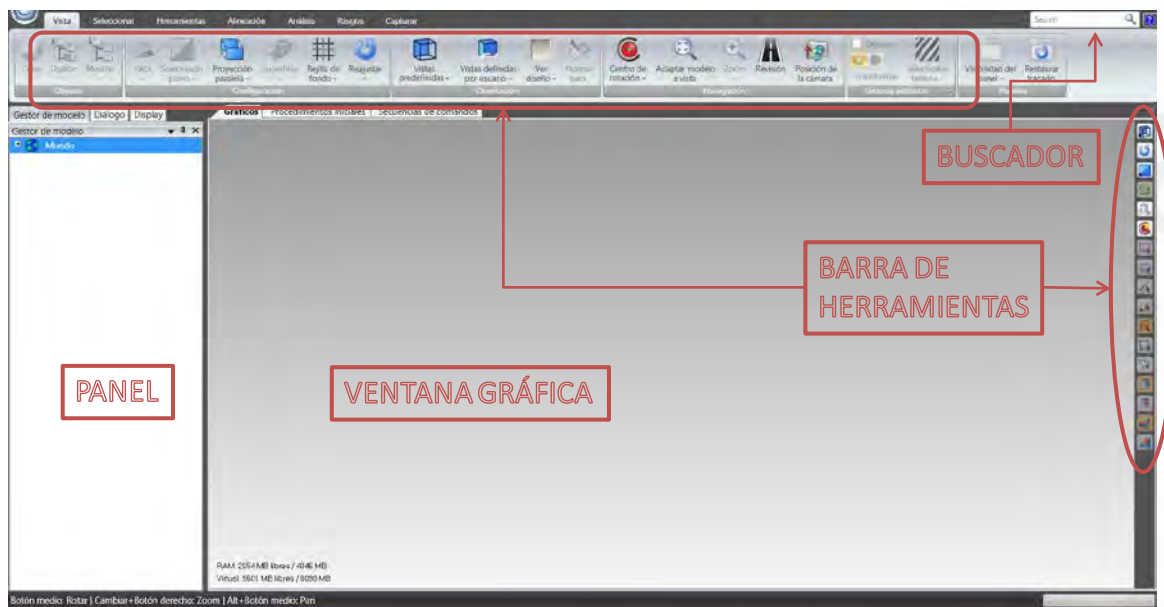


Figura 78 Pantalla de inicio al Geomagic

Junto al hueso también se escanean puntos no deseados como parte de su soporte, alguna mota de polvo que recoge el láser o incluso algún punto de la mesa de planitud, todo esto se elimina.

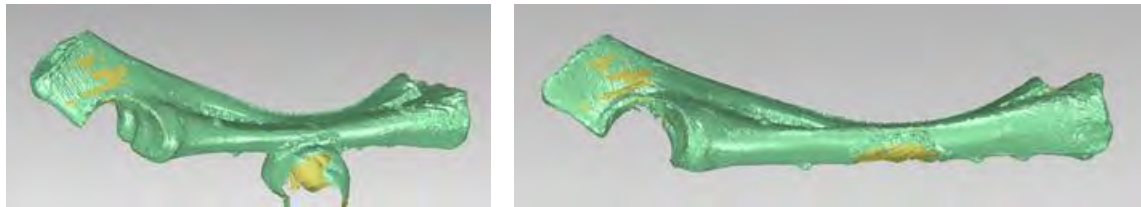


Figura 79 Comparativa de eliminación de puntos

El efecto de quitar los puntos innecesarios reduce las celdas a tratar

Celdas actuales: 405.306 Celdas seleccionadas: 0	Celdas actuales: 384.072 Celdas seleccionadas: 0
---	---

Figura 80 Comparativa de eliminación de celdas

Se aplica la opción ‘Reducir ruido’, que compensa los errores del escáner, ruido, moviendo puntos a ubicaciones estadísticamente correctas. El resultado es una disposición más uniforme de los puntos.

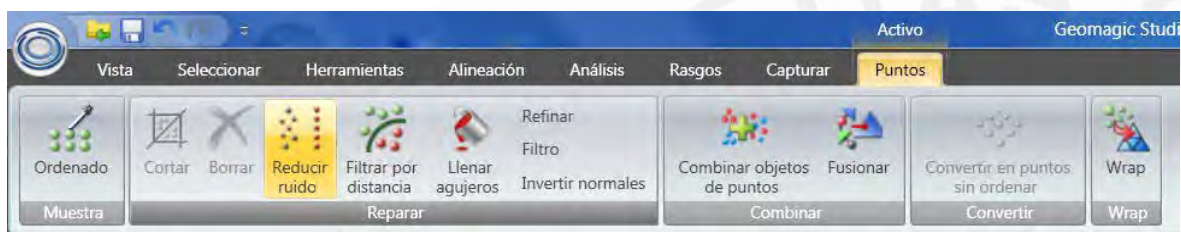


Figura 81 Geomagic. Reducir ruido

Mediante ‘Combinar objetos de puntos’, se crea un solo objeto de puntos a partir de dos o más objetos de puntos, es decir, combina todos los escaneos realizados y elimina puntos superpuestos, reduciendo el tamaño de la nube de puntos sin afectar a la calidad del digitalizado.

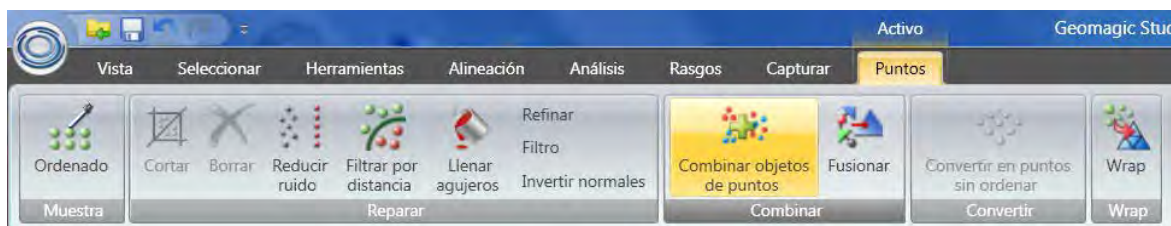


Figura 82 Geomagic. Combinar objetos de puntos

En el panel aparece una nueva fase porque una vez fusionados todos los escaneos la nube de puntos pasa a ser de otro tipo de información.

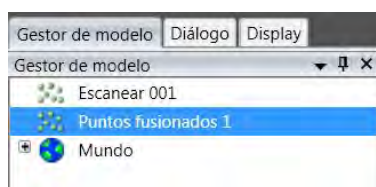


Figura 83 Geomagic. Gestor de modelo

Como se puede observar la nube de puntos se reduce a más de la mitad, lo que facilita el tratamiento posterior de la misma.

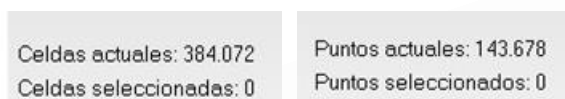


Figura 84 Geomagic. De celdas a puntos

Por medio del comando 'Wrap', se convierte un objeto de puntos en un objeto poligonal (polygon object) al convertir una nube de puntos en una malla. La calidad de la malla depende de la calidad de los datos a partir de los cuales se elabora.



Figura 85 Geomagic. Wrap

Pasar a un objeto poligonal se visualiza con una nueva fase en el panel

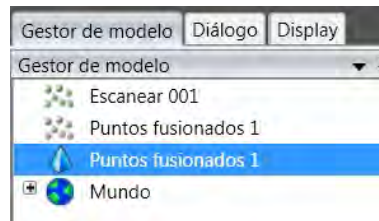


Figura 86 Geomagic. Gestor de modelo-2

El mallado genera una cantidad de triángulos que según el hueso tratado, aproximadamente duplica a la cantidad de puntos que se tenían.

Puntos actuales: 143.678
Puntos seleccionados: 0

Triángulos actuales: 268.415
Triángulos seleccionados: 0

Figura 87 Geomagic. De puntos a triángulos

Después del mallado, la pieza queda como se visualiza en la figura siguiente:

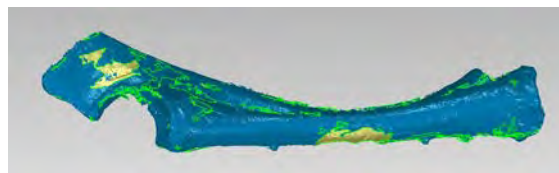


Figura 88 Geomagic. Tras el mallado

El 'Colector', es un conjunto de comandos que elimina triángulos no manifold en el modelo seleccionado. Un triángulo manifold es aquel que está conectado a otros por los tres lados, o por dos lados si descansa sobre un borde. Geomagic permite crear manifold abierto y manifold cerrado.

El manifold cerrado elimina triángulos no manifold de un objeto manifold cerrado, encierra un volumen, en un objeto manifold abierto todos los triángulos se considerarían no manifold y se eliminaría todo el objeto. Por otro lado, el manifold abierto elimina triángulos no manifold de un objeto manifold abierto. Por tanto, se aplica el manifold abierto.



Figura 89 Geomagic. Colector

Se aprecia la eliminación de algunos triángulos

Triángulos actuales: 268.415	Triángulos actuales: 266.996
Triángulos seleccionados: 0	Triángulos seleccionados: 0

Figura 90 Geomagic. Eliminación de triángulos

La herramienta 'Mesh Doctor', repara automáticamente las imperfecciones en una malla poligonal.



Figura 91 Geomagic. Mesh doctor

Con este comando se puede reparar numerosas imperfecciones de la malla, en primer lugar se realiza una reparación automática de la misma.

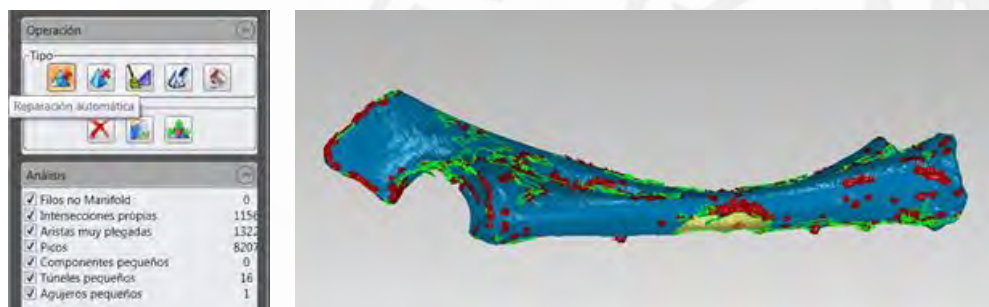


Figura 92 Geomagic. Reparación automática

En segundo lugar se elige la opción llenar agujeros en los tipos de operación para cubrir aquellas superficies que no ha podido captar el láser. Tras aplicarlo queda la superficie del soporte rellena.

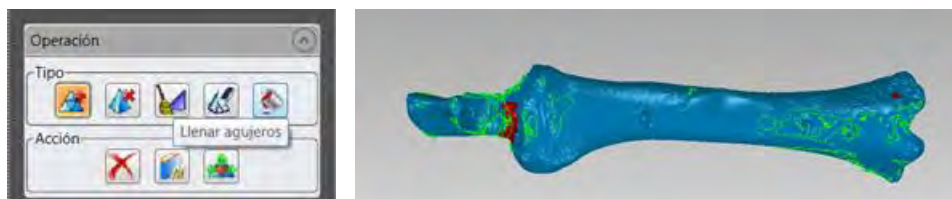


Figura 93 Geomagic. Llenar agujeros

Si se aplica la herramienta de llenar agujero de la barra de herramientas de arriba se puede mejorar el resultado obtenido asemejándolo a la superficie real del hueso.

La operación de llenar agujeros se emplea únicamente para mejorar en cierto grado la apariencia final de la pieza digitalizada sin modificar los datos a obtener. Este comando ofrece dos posibilidades. Una de las opciones es llenar todos los agujeros automáticamente, que ha sido la empleada anteriormente, y la otra opción es ir tratar los agujeros de la pieza individualmente teniendo las siguientes opciones de llenado:

- Con respecto a la curvatura de la superficie generada:
 - Curvatura: Especifica que la nueva malla debe tener la misma cobertura que la malla circundante.
 - Tangente: Especifica que la nueva malla debe tener la misma cobertura que la malla circundante, pero con más reducción que cobertura.
 - Plano: Especifica que la nueva malla suele ser plana.

- Con respecto a la forma de rellenar el agujero:
 - Completar: Especifica que se rellenará una apertura completa.
 - Parcial: Especifica que se rellenará parte de un orificio, definiendo el borde de un orificio para designar el lugar inicial y definiendo a continuación otro punto para designar un límite para el relleno parcial.
 - Puente: Especifica que se construirá un puente a través de un orificio, lo que lo divide en unos orificios que pueden rellenarse por separado.

En este caso se aplica el comando ‘Llenar uno solo’ con las opciones Curvatura&Completar.

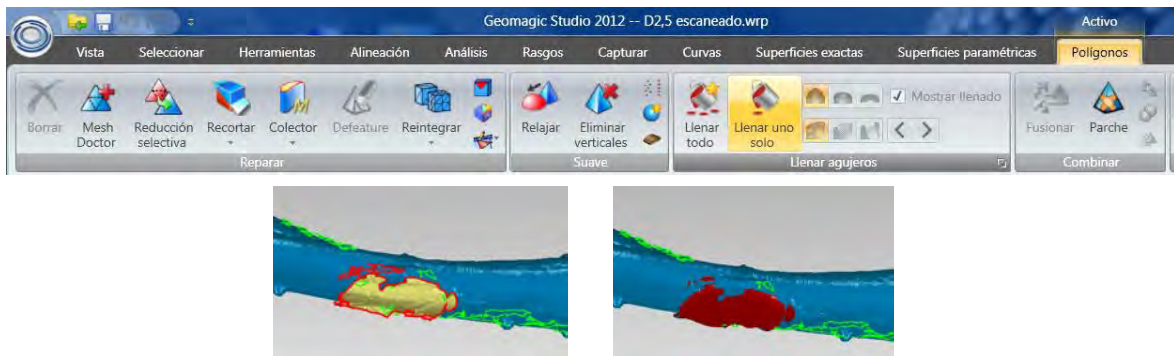


Figura 94 Geomagic. Llenar uno solo

Después se pasa al apartado de Superficies exactas. Todas las operaciones que se realizan en este apartado están enfocadas a reparar el modelo para transferirlo a un archivo tipo .step o .iges para poder luego trabajar con él en un software tipo CAE.

El comando ‘Superficies exactas’, prepara un objeto poligonal para el proceso de creación de una superficie exacta. Este comando convierte un objeto poligonal en un objeto de superficies exactas. Este flujo de trabajo genera superficies que coinciden exactamente con el objeto tal como está construido.

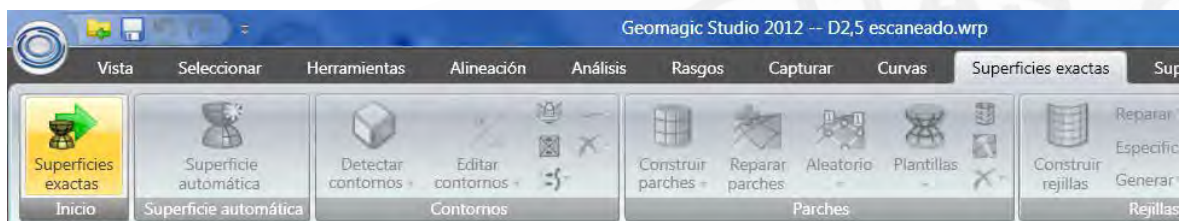


Figura 95 Geomagic. Superficies exactas

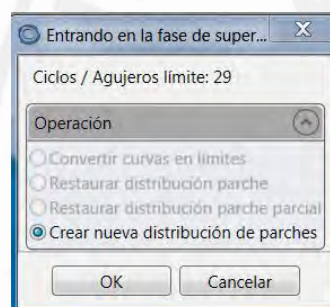


Figura 96 Geomagic. Nueva distribución de parches

Este comando activa el resto de la ficha Superficies exactas en la barra de herramientas y genera una nueva fase de puntos fusionados en el panel

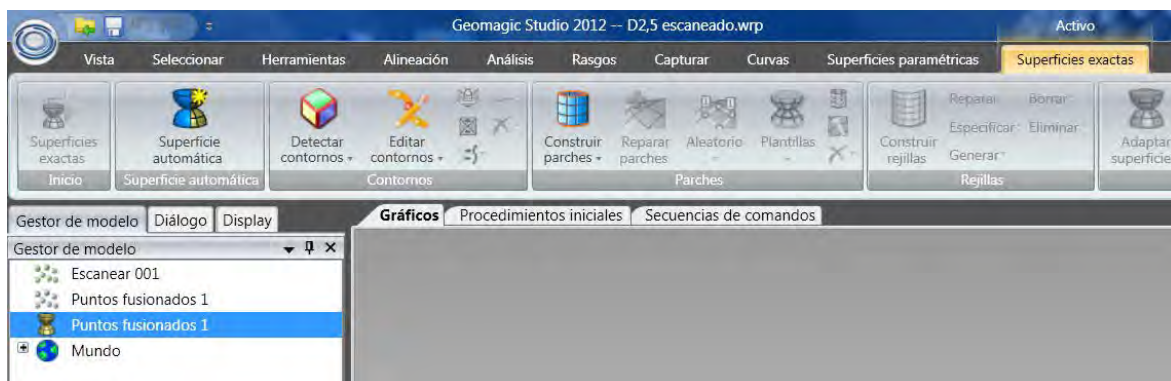


Figura 97 Geomagic. Superficies exactas

Debido a la complejidad del hueso digitalizado se opta por realizar la generación del modelo NURBS de forma automática, en lugar de realizarlo manualmente: creación de superficies, rejillas, parches y contornos. Mediante la herramienta ‘Superficie automática’, se crea automáticamente un modelo NURBS con una mínima interacción del usuario.



Figura 98 Geomagic. Superficie automática

Los parámetros se escogen en base a lo recomendado en el tutorial del propio software a excepción del tipo de geometría que en lugar de mecánico se selecciona orgánico.

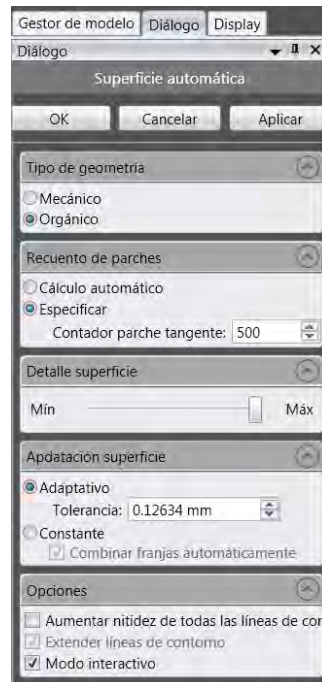


Figura 99 Geomagic. Diálogo de superficie automática

Para crear las identidades de las esferas se marca la fase de puntos fusionados del gestor de modelo del panel que apareció tras el mallado y se utiliza el apartado de herramientas ‘rasgos’. Dentro de este apartado se usa el comando ‘Esfera’, que identifica y asigna un nombre a una esfera para que puedan hacer referencia a ella las herramientas de recorte, análisis y alineación. Con la opción de ‘Mejor adaptación’, el software ajusta una esfera en una región que se marque.

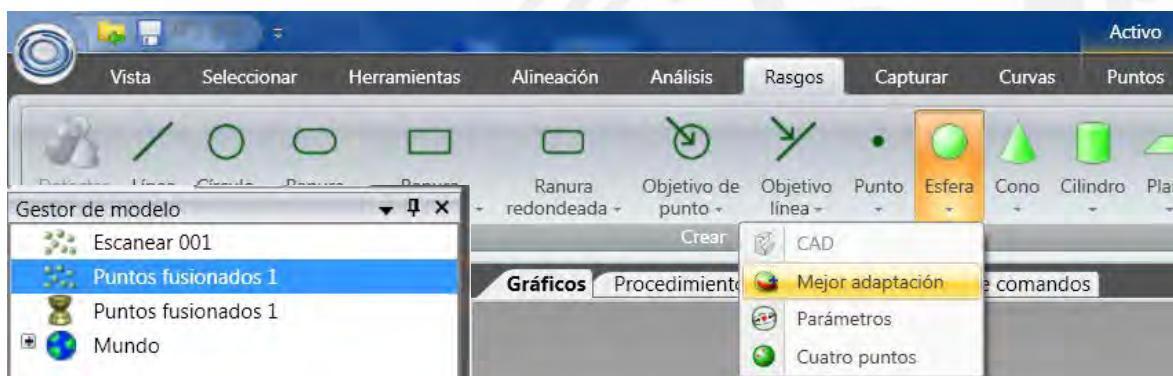


Figura 100 Geomagic. Esfera. Mejor adaptación

Se selecciona una nube de puntos de la esfera y se aplica la adaptación que realiza el programa, pudiendo ampliar la nube de puntos pero no reducirla. Si se desea obtener otra aproximación a partir de otra nube de puntos se presiona el botón izquierdo sobre el botón ‘Siguiete’ en la pestaña Diálogo de la izquierda.

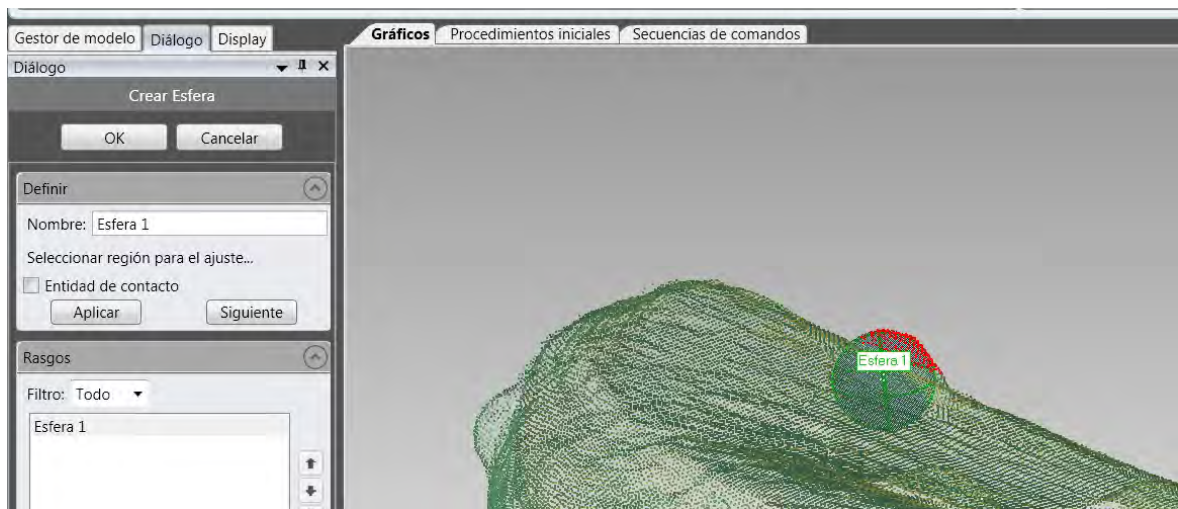


Figura 101 Geomagic. Diálogo de crear esfera

El software queda preparado para marcar la nube de puntos de la esfera 2. Con este procedimiento se obtienen diez adaptaciones de cada esfera, para obtener diez medidas del centro de cada una.

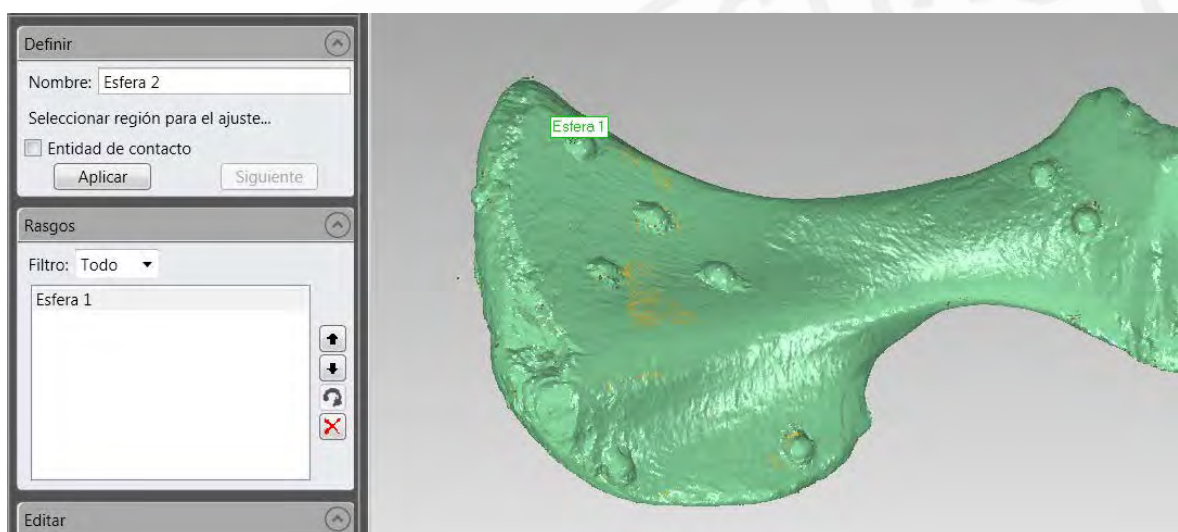


Figura 102 Geomagic. Esfera 1

Las esferas aparecen como rasgos en una de las fases del gestor de modelo del panel. Seleccionando una de ellas y haciendo clic con el botón izquierdo del ratón el programa permite ver las propiedades que define a cada una.

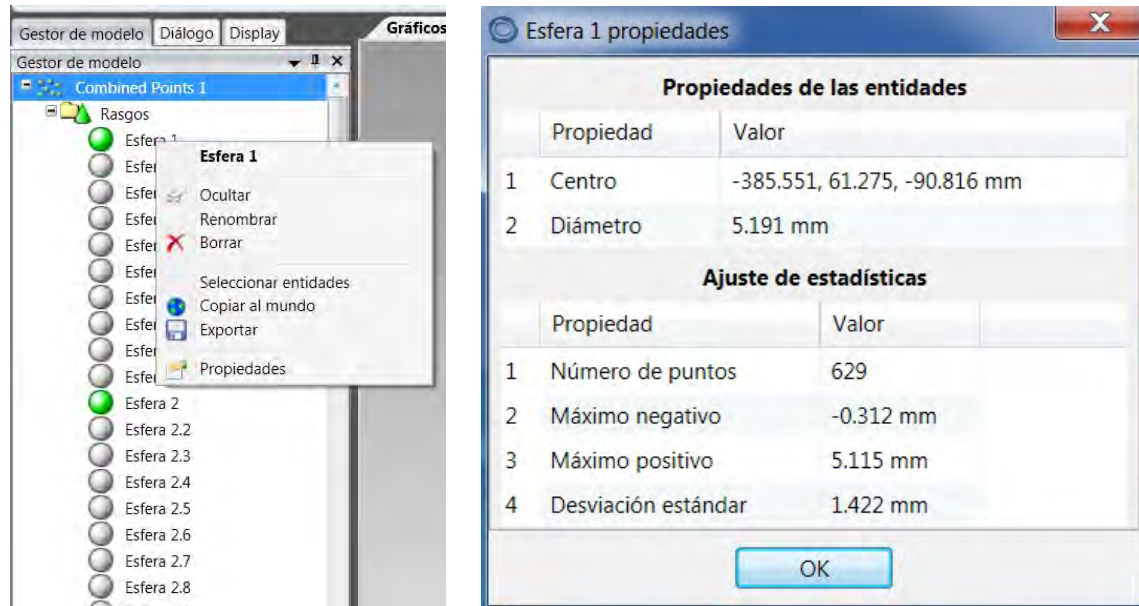


Figura 103 Geomagic. Propiedades esfera 1

Debido a la superficie irregular del hueso no siempre se puede seleccionar una nube de puntos para aproximar la esfera. En casos aislados, el programa no realiza la adaptación deseada de la esfera debido a la limitación de puntos a seleccionar, y por ello, se tiene que desechar la medida del centro de dicha esfera.

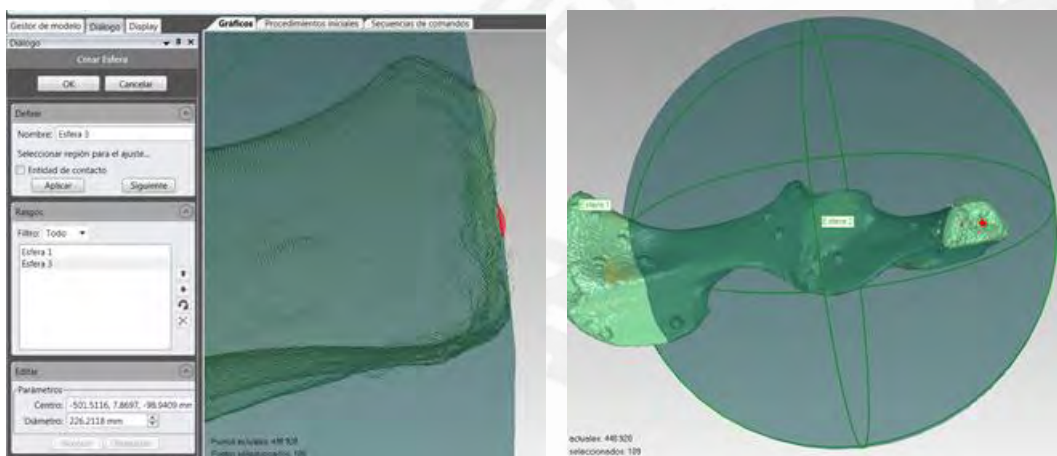


Figura 104 Geomagic. Adaptación a desechar

Finalmente se obtiene la identificación de cada esfera para cada hueso.

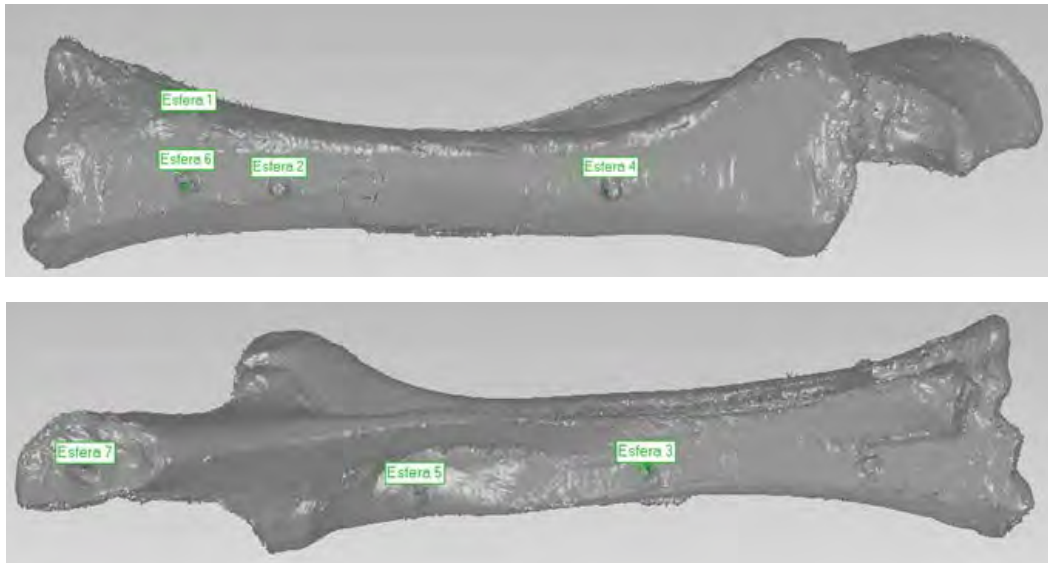


Figura 105 Geomagic. Hueso D2,5 Acero

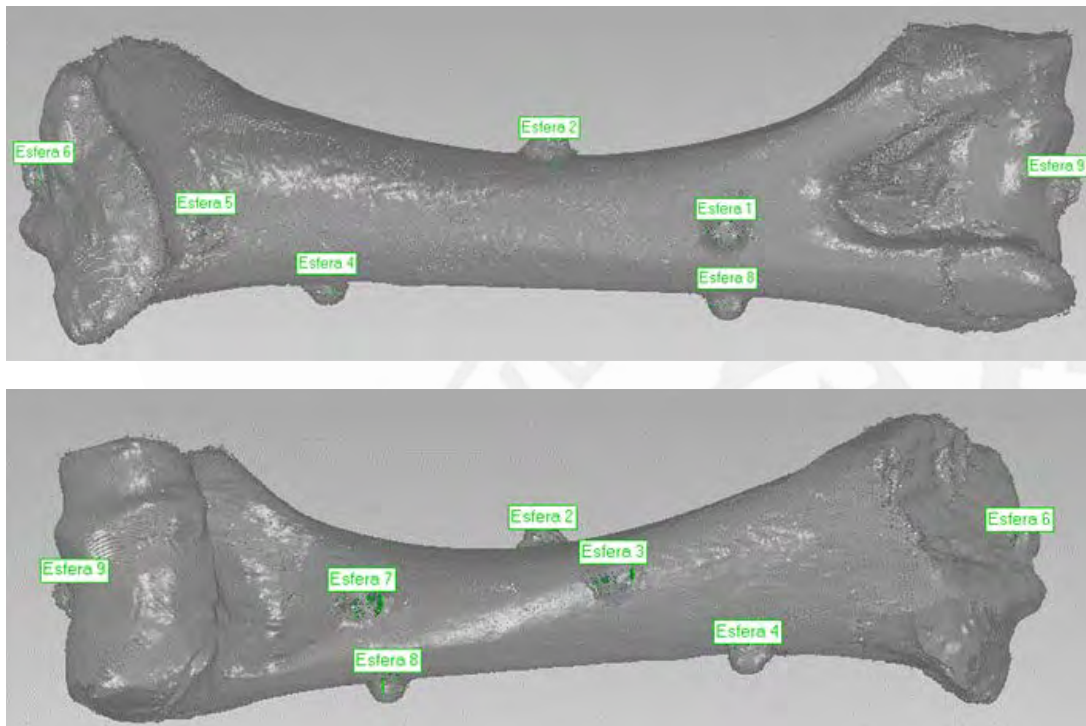


Figura 106 Geomagic. Hueso D4 Cristal

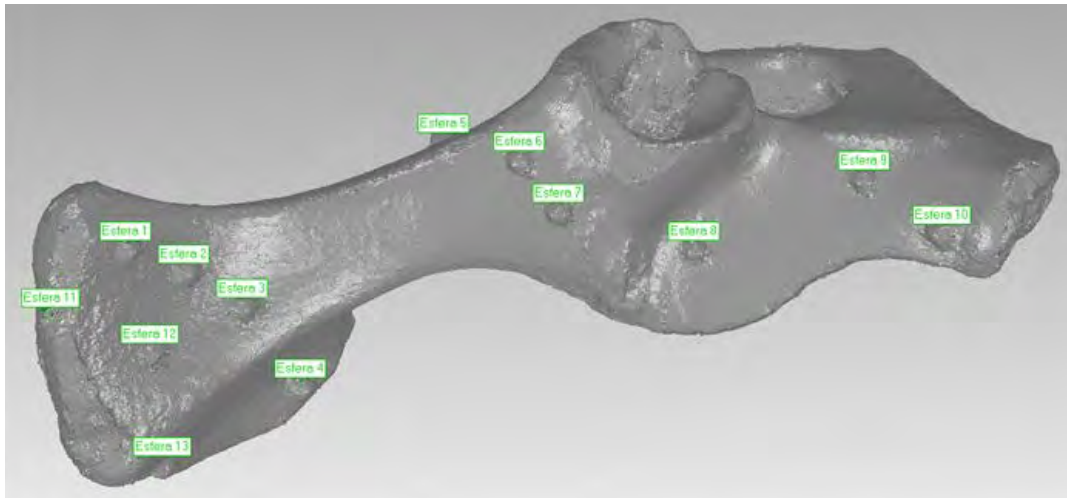


Figura 107 Geomagic. Hueso D5 Acero

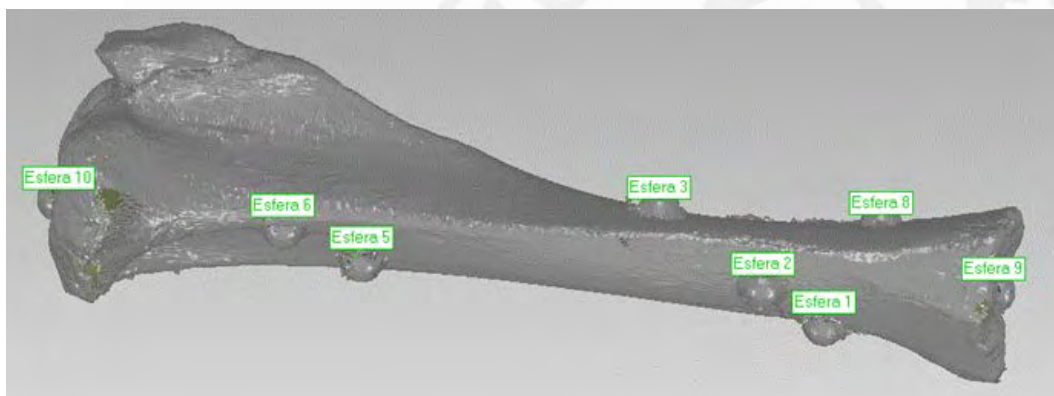
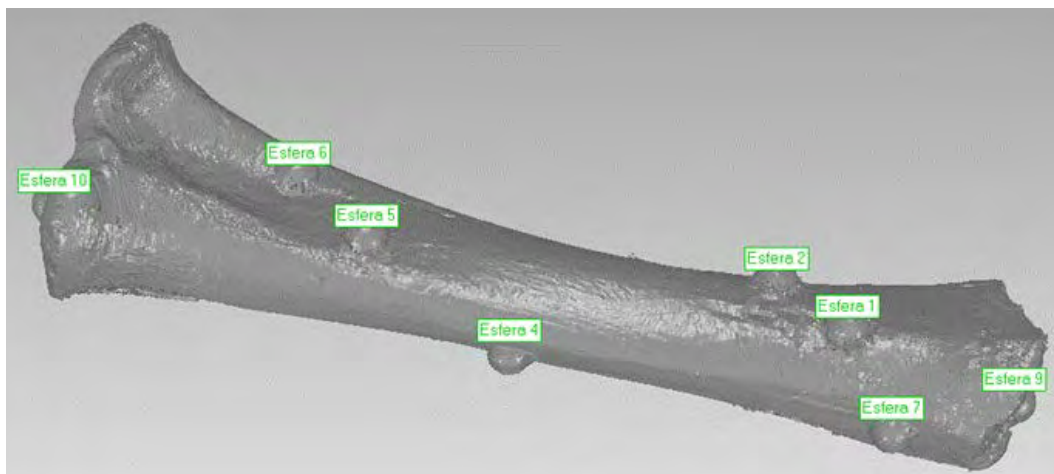


Figura 108 Geomagic. Hueso D7 Acero

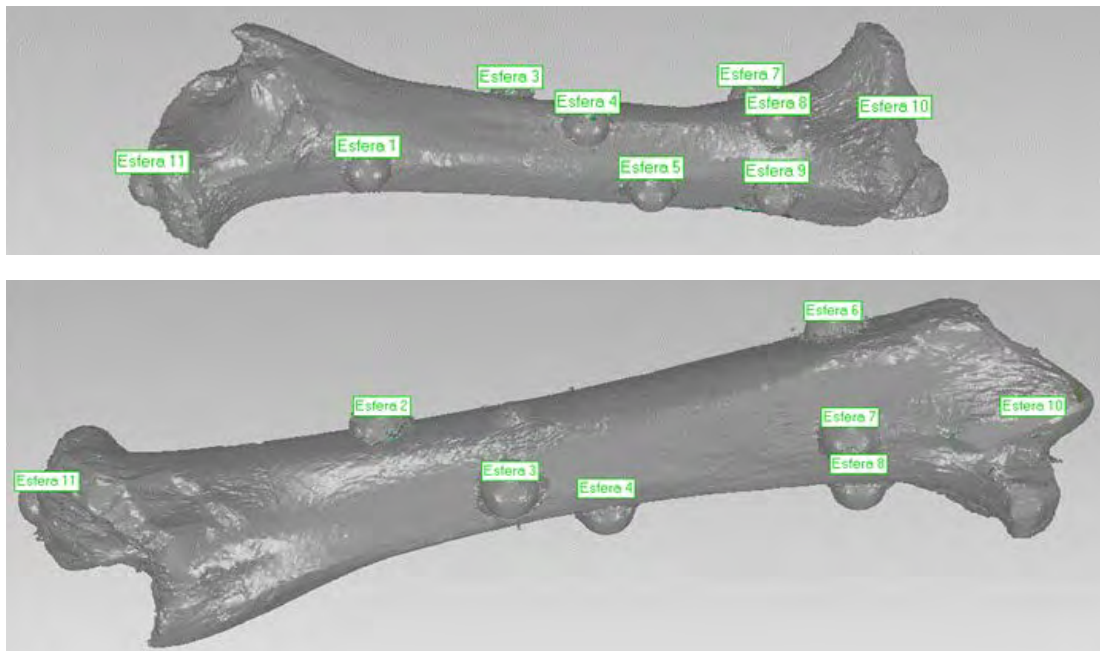


Figura 109 Geomagic. Hueso D10 Acero

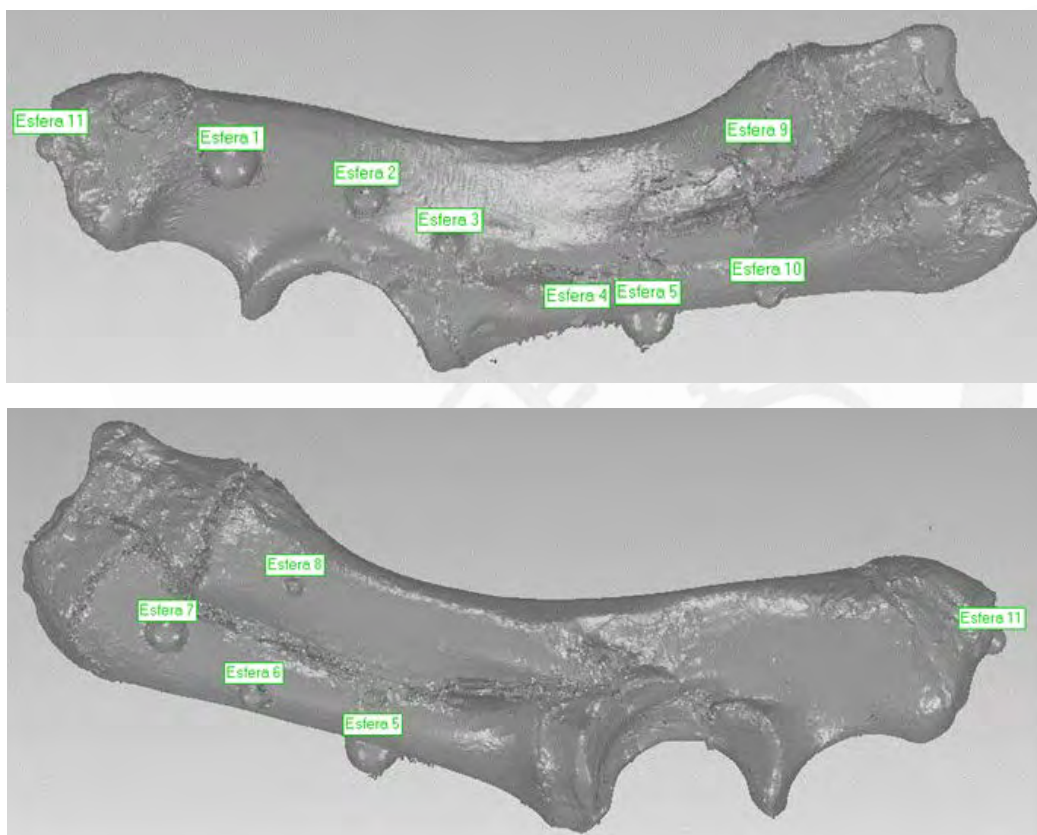


Figura 110 Geomagic. Hueso MIX

Aquí termina el proceso de medición, sin embargo, se observa que hay zonas del artefacto que el láser no las percibe en su totalidad por los recovecos de la superficie del hueso, o bien, zonas no escaneadas por estar ocultas debido a la plastilina colocada sobre la superficie del hueso que anteriormente se han rellenado por la herramienta rellenar agujeros. Con el fin de optimizar el escáner de la pieza completa se opta por dos mediciones separadas con su posterior fusión.

Se seleccionan las dos posiciones de la pieza escaneada y se aplica el comando ‘Registro manual’, que permite al usuario crear una alineación con desviación mínima de dos o más análisis superpuestos definiendo puntos correspondientes en regiones superpuestas.



Figura 111 Geomagic. Registro manual

Aparece la ventana gráfica dividida en tres partes. En cada una de las dos ventanas superiores aparecen los escaneos que se quieren alinear y en la ventana de abajo se tiene una visión global de todos los escaneos y del resultado del alineamiento realizado.

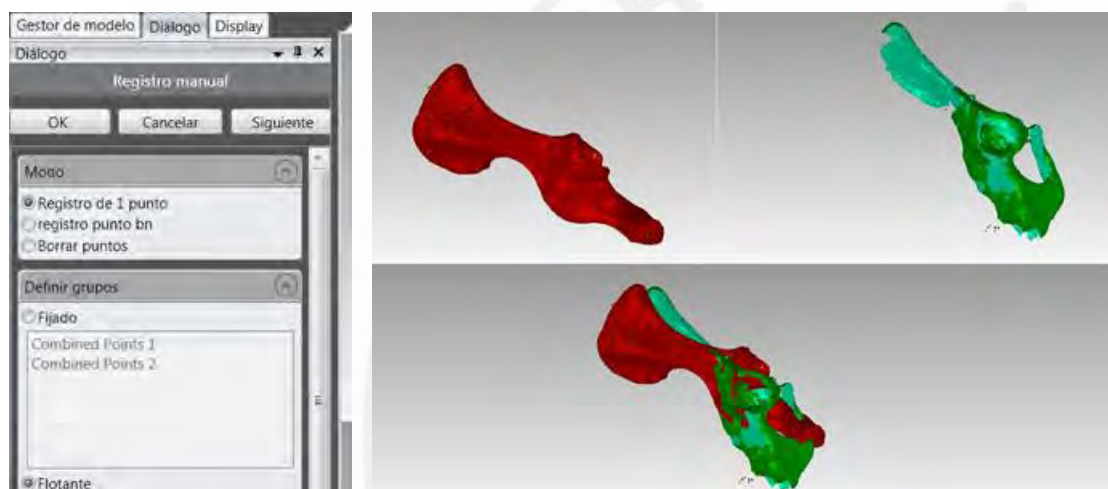


Figura 112 Geomagic. Alineamiento

Como se observa el alineamiento mediante un solo punto es inexacto, para mejorarlo se escoge la opción de registro punto bn. Mediante esta opción se marcan varios puntos del escaneo en una de las ventanas superiores y luego estos mismos se indican en la otra ventana superior para que se lleve a cabo un alineamiento preciso.

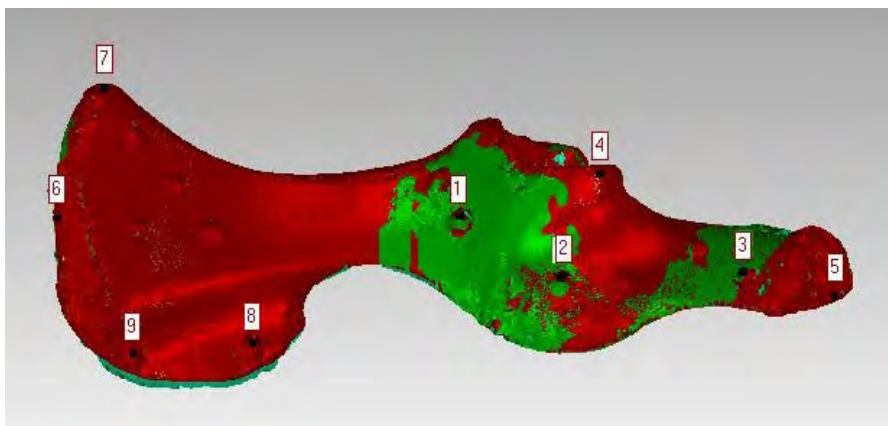


Figura 113 Geomagic. Piezas alineadas

Se pasa al Registro global, mediante el cual se afina la alineación de dos o más objetos poligonales o de puntos con una desviación mínima.



Figura 114 Geomagic. Registro global

En el registro global se realiza un análisis para inspeccionar como están relacionados los dos escaneos. Como se puede observar la desviación entre los diferentes escaneos es mínima.

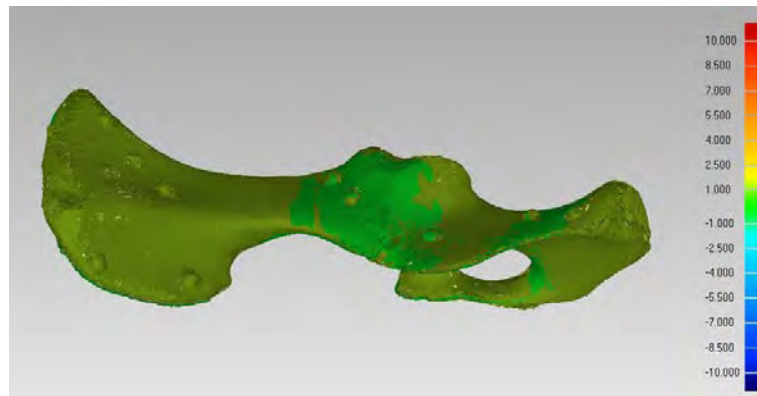


Figura 115 Geomagic. Desviación entre escaneos.

Tras la fusión, queda la superficie perfectamente escaneada en las zonas donde antes estaban los soportes y se había rellenado el agujero.



Figura 116 Geomagic. Vistas de pieza tras la fusión

La fusión por la combinación de ambos escaneos se aprecia por las diferentes tonalidades en que se muestran los huesos de las siguientes imágenes.

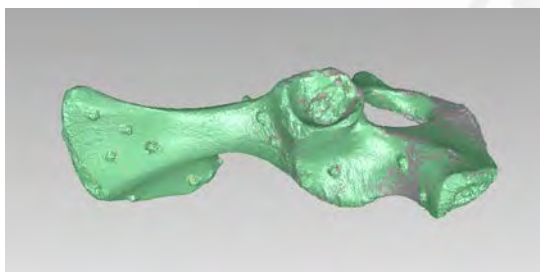


Figura 117 Geomagic. Grupo 1 en verde

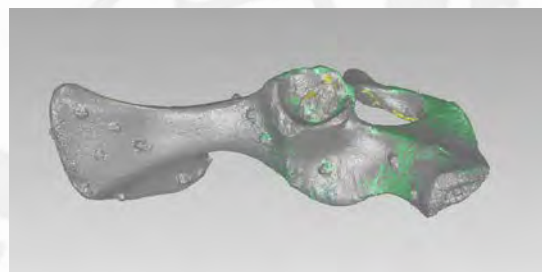


Figura 118 Geomagic. Grupo 2 en verde.

Capítulo 5 FUTURAS MEDICIONES

5.1 IDENTIFICACIÓN FÍSICA DE ESFERAS

En un futuro se realizarán nuevas mediciones en los diferentes equipos de los laboratorios que vayan sumándose a la participación de este proyecto, a partir de la recopilación de datos se pretende obtener un patrón de medición. Para ser más concisos y ágiles en las próximas mediciones, se nombran las esferas de manera física en el propio hueso.



Figura 119 Identificación D2,5A



Figura 120 Identificación D4C



Figura 121 Identificación D5A



Figura 122 Identificación D7A



Figura 123 Identificación D10A



Figura 124 Identificación MIX

Parte I. SECCIÓN C:

CÁLCULOS

ÍNDICE DEL DOCUMENTO 1.C: CÁLCULOS

<i>Parte I. Sección C: Cálculos</i>	127
<i>Índice del documento 1.C: Cálculos</i>	129
<i>Capítulo 1 Medidas</i>	131
1.1 Introducción	131
1.2 Ejemplo de tabla de medidas: Hueso D4 Cristal.....	132
1.3 Incertidumbres.....	140
<i>Capítulo 2 Compendio de los cálculos</i>	145
<i>Capítulo 3 Resumen de incertidumbres</i>	299
<i>Capítulo 4 Resumen de resultados</i>	303
<i>Capítulo 5 Comparativa</i>	313
<i>Capítulo 6 Conclusiones</i>	323

Capítulo 1 MEDIDAS

1.1 INTRODUCCIÓN

En el laboratorio de metrología dimensional del dpto. mecánica de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la Universidad Pontificia de Comillas, se han obtenido las coordenadas en las que se encontraba el centro de las esferas durante el escaneado por laser con el brazo de medición, referido a los ejes de la propia máquina. Se han obtenido diez medidas de la ubicación de cada esfera como se suele hacer en la industria para una buena precisión de la medida.

A partir de los mencionados datos se calculan las distancias relativas por parejas de esferas para cada hueso. Como para cada esfera se tienen diez medidas, salvo puntuales excepciones ya comentadas, al calcular la distancia entre cada una de ellas con cada una de las diez medidas obtenidas por la segunda esfera elegida, se obtienen un total de cien medidas (10x10).

Las tablas con los cálculos de medición se han ordenado para hallar la distancia de la medida uno de la primera esfera con cada medida de la segunda esfera, a continuación la medida dos de la primera esfera con cada medida de la segunda esfera, y así sucesivamente. Los datos, las tablas de medición y las tablas completas de incertidumbres se pueden visualizar en el disco adjunto. No se incluyen aquí por la extensión que supondría, sin embargo, a continuación se muestra como ejemplo la distancia entre dos esferas de uno de los seis huesos.

1.2 EJEMPLO DE TABLA DE MEDIDAS: HUESO D4 CRISTAL

Tabla con las 100 medidas calculadas de la distancia de la esfera 1 a la esfera 2

Medida	Coordenada	Punto Origen [mm]	Punto Destino [mm]	Distancia [mm]
1	x	-484.949	-502.146	23.273
	y	96.349	102.880	
	z	-79.870	-94.126	
2	x	-484.949	-502.117	23.217
	y	96.349	102.759	
	z	-79.870	-94.125	
3	x	-484.949	-502.099	23.322
	y	96.349	102.878	
	z	-79.870	-94.263	
4	x	-484.949	-502.285	23.436
	y	96.349	102.857	
	z	-79.870	-94.235	
5	x	-484.949	-502.242	23.408
	y	96.349	102.871	
	z	-79.870	-94.235	
6	x	-484.949	-502.160	23.363
	y	96.349	102.926	
	z	-79.870	-94.235	
7	x	-484.949	-502.174	23.353
	y	96.349	102.896	
	z	-79.870	-94.216	
8	x	-484.949	-502.157	23.349
	y	96.349	102.935	
	z	-79.870	-94.211	
9	x	-484.949	-502.227	23.419
	y	96.349	102.935	
	z	-79.870	-94.241	
10	x	-484.949	-502.223	23.395
	y	96.349	102.875	
	z	-79.870	-94.234	
11	x	-484.954	-502.146	23.259
	y	96.338	102.880	
	z	-79.891	-94.126	

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
INGENIERO INDUSTRIAL

Medidas

12	x	-484.954	-502.117	23.204
	y	96.338	102.759	
	z	-79.891	-94.125	
13	x	-484.954	-502.099	23.308
	y	96.338	102.878	
	z	-79.891	-94.263	
14	x	-484.954	-502.285	23.422
	y	96.338	102.857	
	z	-79.891	-94.235	
15	x	-484.954	-502.242	23.395
	y	96.338	102.871	
	z	-79.891	-94.235	
16	x	-484.954	-502.160	23.349
	y	96.338	102.926	
	z	-79.891	-94.235	
17	x	-484.954	-502.174	23.340
	y	96.338	102.896	
	z	-79.891	-94.216	
18	x	-484.954	-502.157	23.335
	y	96.338	102.935	
	z	-79.891	-94.211	
19	x	-484.954	-502.227	23.405
	y	96.338	102.935	
	z	-79.891	-94.241	
20	x	-484.954	-502.223	23.381
	y	96.338	102.875	
	z	-79.891	-94.234	
21	x	-484.985	-502.146	23.253
	y	96.359	102.880	
	z	-79.854	-94.126	
22	x	-484.985	-502.117	23.198
	y	96.359	102.759	
	z	-79.854	-94.125	
23	x	-484.985	-502.099	23.302
	y	96.359	102.878	
	z	-79.854	-94.263	
24	x	-484.985	-502.285	23.416
	y	96.359	102.857	
	z	-79.854	-94.235	

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
INGENIERO INDUSTRIAL

Medidas

25	x	-484.985	-502.242	23.389
	y	96.359	102.871	
	z	-79.854	-94.235	
26	x	-484.985	-502.160	23.344
	y	96.359	102.926	
	z	-79.854	-94.235	
27	x	-484.985	-502.174	23.334
	y	96.359	102.896	
	z	-79.854	-94.216	
28	x	-484.985	-502.157	23.329
	y	96.359	102.935	
	z	-79.854	-94.211	
29	x	-484.985	-502.227	23.399
	y	96.359	102.935	
	z	-79.854	-94.241	
30	x	-484.985	-502.223	23.375
	y	96.359	102.875	
	z	-79.854	-94.234	
31	x	-484.964	-502.146	23.270
	y	96.347	102.880	
	z	-79.857	-94.126	
32	x	-484.964	-502.117	23.215
	y	96.347	102.759	
	z	-79.857	-94.125	
33	x	-484.964	-502.099	23.319
	y	96.347	102.878	
	z	-79.857	-94.263	
34	x	-484.964	-502.285	23.433
	y	96.347	102.857	
	z	-79.857	-94.235	
35	x	-484.964	-502.242	23.406
	y	96.347	102.871	
	z	-79.857	-94.235	
36	x	-484.964	-502.160	23.360
	y	96.347	102.926	
	z	-79.857	-94.235	
37	x	-484.964	-502.174	23.351
	y	96.347	102.896	
	z	-79.857	-94.216	

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
INGENIERO INDUSTRIAL

Medidas

38	x	-484.964	-502.157	23.346
	y	96.347	102.935	
	z	-79.857	-94.211	
39	x	-484.964	-502.227	23.416
	y	96.347	102.935	
	z	-79.857	-94.241	
40	x	-484.964	-502.223	23.392
	y	96.347	102.875	
	z	-79.857	-94.234	
41	x	-484.968	-502.146	23.252
	y	96.340	102.880	
	z	-79.885	-94.126	
42	x	-484.968	-502.117	23.196
	y	96.340	102.759	
	z	-79.885	-94.125	
43	x	-484.968	-502.099	23.301
	y	96.340	102.878	
	z	-79.885	-94.263	
44	x	-484.968	-502.285	23.415
	y	96.34	102.857	
	z	-79.885	-94.235	
45	x	-484.968	-502.242	23.387
	y	96.340	102.871	
	z	-79.885	-94.235	
46	x	-484.968	-502.160	23.342
	y	96.340	102.926	
	z	-79.885	-94.235	
47	x	-484.968	-502.174	23.332
	y	96.340	102.896	
	z	-79.885	-94.216	
48	x	-484.968	-502.157	23.328
	y	96.340	102.935	
	z	-79.885	-94.211	
49	x	-484.968	-502.227	23.398
	y	96.340	102.935	
	z	-79.885	-94.241	
50	x	-484.968	-502.223	23.374
	y	96.340	102.875	
	z	-79.885	-94.234	

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
INGENIERO INDUSTRIAL

Medidas

51	x	-484.956	-502.146	23.283
	y	96.363	102.880	
	z	-79.838	-94.126	
52	x	-484.956	-502.117	23.228
	y	96.363	102.759	
	z	-79.838	-94.125	
53	x	-484.956	-502.099	23.333
	y	96.363	102.878	
	z	-79.838	-94.263	
54	x	-484.956	-502.285	23.447
	y	96.363	102.857	
	z	-79.838	-94.235	
55	x	-484.956	-502.242	23.419
	y	96.363	102.871	
	z	-79.838	-94.235	
56	x	-484.956	-502.160	23.374
	y	96.363	102.926	
	z	-79.838	-94.235	
57	x	-484.956	-502.174	23.364
	y	96.363	102.896	
	z	-79.838	-94.216	
58	x	-484.956	-502.157	23.359
	y	96.363	102.935	
	z	-79.838	-94.211	
59	x	-484.956	-502.227	23.429
	y	96.363	102.935	
	z	-79.838	-94.241	
60	x	-484.956	-502.223	23.405
	y	96.363	102.875	
	z	-79.838	-94.234	
61	x	-484.969	-502.146	23.267
	y	96.353	102.880	
	z	-79.854	-94.126	
62	x	-484.969	-502.117	23.211
	y	96.353	102.759	
	z	-79.854	-94.125	
63	x	-484.969	-502.099	23.316
	y	96.353	102.878	
	z	-79.854	-94.263	

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
INGENIERO INDUSTRIAL

Medidas

64	x	-484.969	-502.285	23.430
	y	96.353	102.857	
	z	-79.854	-94.235	
65	x	-484.969	-502.242	23.402
	y	96.353	102.871	
	z	-79.854	-94.235	
66	x	-484.969	-502.160	23.357
	y	96.353	102.926	
	z	-79.854	-94.235	
67	x	-484.969	-502.174	23.347
	y	96.353	102.896	
	z	-79.854	-94.216	
68	x	-484.969	-502.157	23.343
	y	96.353	102.935	
	z	-79.854	-94.211	
69	x	-484.969	-502.227	23.413
	y	96.353	102.935	
	z	-79.854	-94.241	
70	x	-484.969	-502.223	23.388
	y	96.353	102.875	
	z	-79.854	-94.234	
71	x	-484.964	-502.146	23.276
	y	96.359	102.880	
	z	-79.842	-94.126	
72	x	-484.964	-502.117	23.220
	y	96.359	102.759	
	z	-79.842	-94.125	
73	x	-484.964	-502.099	23.325
	y	96.359	102.878	
	z	-79.842	-94.263	
74	x	-484.964	-502.285	23.439
	y	96.359	102.857	
	z	-79.842	-94.235	
75	x	-484.964	-502.242	23.411
	y	96.359	102.871	
	z	-79.842	-94.235	
76	x	-484.964	-502.160	23.366
	y	96.359	102.926	
	z	-79.842	-94.235	

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
INGENIERO INDUSTRIAL

Medidas

77	x	-484.964	-502.174	23.357
	y	96.359	102.896	
	z	-79.842	-94.216	
78	x	-484.964	-502.157	23.352
	y	96.359	102.935	
	z	-79.842	-94.211	
79	x	-484.964	-502.227	23.422
	y	96.359	102.935	
	z	-79.842	-94.241	
80	x	-484.964	-502.223	23.398
	y	96.359	102.875	
	z	-79.842	-94.234	
81	x	-484.965	-502.146	23.259
	y	96.348	102.880	
	z	-79.873	-94.126	
82	x	-484.965	-502.117	23.204
	y	96.348	102.759	
	z	-79.873	-94.125	
83	x	-484.965	-502.099	23.309
	y	96.348	102.878	
	z	-79.873	-94.263	
84	x	-484.965	-502.285	23.423
	y	96.348	102.857	
	z	-79.873	-94.235	
85	x	-484.965	-502.242	23.395
	y	96.348	102.871	
	z	-79.873	-94.235	
86	x	-484.965	-502.160	23.350
	y	96.348	102.926	
	z	-79.873	-94.235	
87	x	-484.965	-502.174	23.340
	y	96.348	102.896	
	z	-79.873	-94.216	
88	x	-484.965	-502.157	23.335
	y	96.348	102.935	
	z	-79.873	-94.211	
89	x	-484.965	-502.227	23.405
	y	96.348	102.935	
	z	-79.873	-94.241	

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
INGENIERO INDUSTRIAL

Medidas

90	x	-484.965	-502.223	23.381
	y	96.348	102.875	
	z	-79.873	-94.234	
91	x	-484.968	-502.146	23.270
	y	96.361	102.880	
	z	-79.846	-94.126	
92	x	-484.968	-502.117	23.214
	y	96.361	102.759	
	z	-79.846	-94.125	
93	x	-484.968	-502.099	23.319
	y	96.361	102.878	
	z	-79.846	-94.263	
94	x	-484.968	-502.285	23.433
	y	96.361	102.857	
	z	-79.846	-94.235	
95	x	-484.968	-502.242	23.405
	y	96.361	102.871	
	z	-79.846	-94.235	
96	x	-484.968	-502.160	23.360
	y	96.361	102.926	
	z	-79.846	-94.235	
97	x	-484.968	-502.174	23.351
	y	96.361	102.896	
	z	-79.846	-94.216	
98	x	-484.968	-502.157	23.346
	y	96.361	102.935	
	z	-79.846	-94.211	
99	x	-484.968	-502.227	23.416
	y	96.361	102.935	
	z	-79.846	-94.241	
100	x	-484.968	-502.223	23.392
	y	96.361	102.875	
	z	-79.846	-94.234	

Tabla 1 Tabla de medidas. D4 Esfera 1-2

Mostrar todas las tablas con los datos de las distancias y los centros de las esferas supondría demasiada extensión, por eso se muestra un resumen de dichas mediciones en forma de gráfico para cada una de las distancias entre esferas en el compendio de los cálculos. En él se contemplan las 100 distancias obtenidas que se valoran en las tablas de incertidumbre para proporcionar una medida completa. En puntuales distancias se visualizan menor número de mediciones debido a la inexactitud al obtener los centros de esfera por las razones comentadas previamente en el capítulo de Medición en ICAI con el programa Geomagic, de la sección B del presente documento.

1.3 INCERTIDUMBRES

El resultado de una medición no está completo si no está acompañado de la incertidumbre de la medición con un nivel de confianza determinado, en el presente proyecto se proporciona con el 95% de confianza según las tablas de la t de Student. Su cálculo juzga cuánto se conoce de los procesos de medición utilizados.

La medición es un proceso que tiene por objeto determinar el valor de una magnitud particular, es decir, del mensurando. Siempre que se realiza una medición inevitablemente se cometen errores debido a muchas causas, algunas pueden ser controladas y otras son incontrolables o desconocidas. Por lo tanto, para realizar con calidad y obtener resultados de confianza es necesario que la persona que realiza la medición tenga el conocimiento, la técnica y un know-how apropiado. El conocimiento engloba la comprensión de la metrología como ciencia de las mediciones y el dominio de los instrumentos empleados. La técnica se refiere al hábito de medir que lleva a la formación de la experiencia y al desarrollo de habilidades. Esto debe estar acompañado de un know-how aceptable, registrar los resultados de modo ordenado y sistemático.

Durante la realización de una medición intervienen una serie de factores que determinan su resultado:

- El objeto de medición
- El procedimiento

- El instrumento
- El ambiente
- El observador
- El método de cálculo.

Además del propio mensurando, el resultado de la medición está afectado por las magnitudes de influencia como: repetibilidad, dilatación, vibraciones, resolución, calibración, deriva, histéresis, digitalización, algoritmo, diferencia de material, adhesivo anti-reflejante, etc. En los párrafos que siguen se explica cada uno de estos factores.

La repetibilidad se produce cuando se repite una medición bajo las mismas condiciones. Es decir, que ninguno de los factores que interviene en la medición cambia:

- Mismo mensurando
- Mismo observador
- Mismo instrumento de medición
- Mismo lugar
- Repetición de la medición en un corto intervalo de tiempo.

La dilatación es sufrida por los materiales medidos debido a la variación en las condiciones ambientales de temperatura y humedad. En el presente proyecto no se ha tenido en cuenta la humedad por su limitada variación a lo largo del tiempo en que han transcurrido las mediciones en el laboratorio de metrología de la ETSI, dando al coeficiente de sensibilidad un valor nulo.

Las vibraciones se han evaluado mediante estimación debido a la significativa reducción de costes, descartado así cuantificarlo por medición. Para realizar la estimación es fundamental disponer de la información más semejante al caso que se quiere evaluar, tanto en las características técnicas del equipo (marca, modelo, potencia, tipo de palpador empleado,...) como en las condiciones de trabajo (material utilizado,..). Según el RD1644/2008 en el manual de instrucciones del fabricante ha de constar la incertidumbre de la medición. Otra fuente de información puede ser las bases de datos que algunos organismos han publicado en diferentes páginas web. En este caso debido a la ubicación del laboratorio de metrología dimensional en el ETSI se encuentra sometido a un exceso de vibración. Por un lado, las vías de la línea 4 del metro de Madrid debajo del laboratorio, y

por otro, la proximidad de un semáforo donde suelen transitar camiones. Finalmente, se ha tomado el valor de 10 μm para el efecto incontrolable de la vibración.

La resolución es la expresión cuantitativa de la capacidad de un dispositivo indicador para permitir distinguir significativamente entre los valores inmediatamente adyacentes a la cantidad indicada. Es decir, es el cambio más pequeño en el valor medido para el cual el instrumento responde, es proporcionado por el fabricante y en el brazo de medición con palpador láser es de 60 μm .

La calibración son un conjunto de operaciones que establecen, en condiciones especificadas, la relación entre los valores de una magnitud indicados por un instrumento de medida o un sistema de medida, o los valores representados por una medida materializada o por un material de referencia, y los valores correspondientes de esa magnitud realizados por patrones.

El laboratorio de metrología dimensional donde se han realizado las mediciones no está calibrado. Esta magnitud se ha tenido en cuenta para cuando lo esté, cuantificándolo con el último dígito que es capaz de leer el brazo de medición, 0,1 μm .

El brazo de medición, como cualquier instrumento, tiende a variar lentamente el valor de sus mediciones con el paso del tiempo. Para evaluar la influencia de dicha desviación se cuantifica la deriva con el mismo valor que su resolución: 60 μm .

La histéresis provoca que las mediciones realizadas en el brazo de medición de manera ascendente difieran de las descendentes. Es decir, la histéresis se explica como el momento entre dos estados transicionales que produce un retraso entre el efecto y la causa que lo produjo. Por este motivo, dependiendo del software de cada equipo se va a obtener un resultado de la medida. Se ha cuantificado en 1 μm .

Para el escáner se ha utilizado un palpador sin contacto que recibe puntos digitalizados con un láser y una cámara. En este contexto digitalizar es el registro de las coordenadas XYZ de un punto o ubicación en el espacio 3D, es decir, equivale al término medir referido a puntos. La digitalización se ha cuantificado en 1 μm .

El algoritmo es un conjunto ordenado y finito de operaciones que mediante un método y notación específica permite hallar la solución de un problema. En este caso se ha

utilizado los mínimos cuadrados ordinarios, pero al atribuir al coeficiente de sensibilidad el valor nulo no contribuye a la incertidumbre de la medida.

El hecho de incluir materiales diferentes en el conjunto a medir puede producir cierto error en la medida que se cuantifica con 10 μm . Las opciones de diversidad son hueso&acero y hueso&crystal.

Durante el proceso de preparación del artefacto previa al escáner, se ha utilizado un adhesivo para unir las esferas a los huesos y un anti-reflejante para impedir que el láser se reflejase en la superficie de las esferas y así la cámara del palpador pudiese recoger la ubicación de sus puntos superficiales. Ambos conceptos se han contabilizado en 10 μm para calcular la incertidumbre de la medición.

Sin embargo, depositar el revelador sobre el artefacto no afecta a las mediciones porque los centros de las esferas seguirán siendo puntos únicos y exactos. El uso del anti-reflejante es similar a utilizar esferas de diámetro algo mayor, es decir, la cantidad de puntos digitalizados de la misma aumentará un poco. Por tanto, será más preciso determinar su centro a partir de la adaptación de la nube de puntos a la esfera porque se dispondrá de mayor número de puntos para aproximar la esfera. Y por el contrario, será más inexacto tomar una referencia desde su superficie.

Estos conceptos hay que controlarlos. Si alguno de ellos se escapa del intervalo aceptable, habría que evaluarlo y ejecutar las tareas necesarias para una solución adecuada, o bien, cuantificar el error de medición que tiene el valor tomado en cada caso.

Para hallar la medida completa de cada distancia se realiza una tabla de incertidumbre con todas las magnitudes mencionadas previamente para cada una de las mediciones a calcular. Un ejemplo de dichas tablas se encuentra en el capítulo siguiente.

Capítulo 2 COMPENDIO DE LOS CÁLCULOS

Mostrar toda la información gestionada para el cálculo de las medidas de forma detallada conllevaría una extensión desmesurada. En lugar de plasmar varias veces el mismo tipo de información para cada distancia, se ha decidido presentarlo de manera resumida en las páginas siguientes y de manera más extensa en los archivos incluidos en el CD adjunto.

A pesar de la necesidad de abreviar el contenido del presente proyecto, la tabla de incertidumbre no puede omitirse. Por ello, en la próxima tabla se ha plasmado un ejemplo de una de ellas. En este caso corresponde a la distancia entre las esferas uno y dos del hueso D2,5 A, en ella se evalúan las magnitudes comentadas anteriormente junto a su cuantía decidida. Para obtener la repetibilidad se han tenido en cuenta 100 medidas (Grados de Libertad: 99), salvo en casos aislados ya descritos que por las dificultades para aproximar la esfera por la nube de puntos se han calculado 10 medidas. Aunque no se haya incluido el valor de cada medida en la tabla, esta información se puede obtener en el CD. La medida final de cada distancia está compuesta: del mensurando, correspondiente al valor medio de todas las mediciones; y la incertidumbre expandida, que corresponde al último valor calculado de la tabla.

Para cada distancia se recopila la información más importante compuesta de:

- Una gráfica con las medidas calculadas que afectan a la repetibilidad y su valor medio, es decir, el mensurando.
- Breve comentario sobre la medida obtenida.
- Plano del hueso con la identificación de las esferas cuya distancia se ha hallado.
- Tabla resumen de las incertidumbres con: el mensurando; la incertidumbre combinada de los factores; los grados de libertad; el valor de la t de Student con un nivel de confianza del 95% según los grados de libertad, para todas las medidas del presente proyecto se valora en 2; y finalmente la incertidumbre

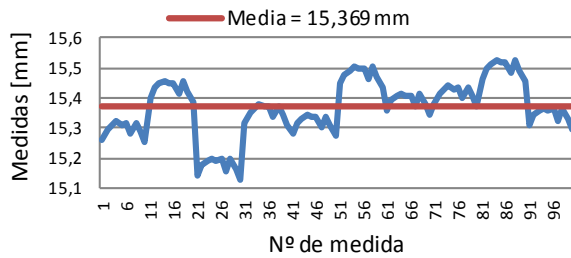
expandida, cuyo valor proporciona la incertidumbre que acompaña al mensurando cuando se manifiesta la medida.

- Un gráfico de sector circular sobre la contribución de todos los factores a la incertidumbre. En general, este gráfico indica en la mayoría de los casos que la repetibilidad afecta más del 90%. Para dar mayor perspectiva de lo que afecta a la incertidumbre las demás magnitudes se muestra un segundo gráfico, también circular, con la contribución de los factores sin incluir el que más influye en el primero.

Incertidumbre D2,5 Acero de las esferas 1 - 2									
Nº	Magnitud de entrada	Valor estimado	Fuente de información	Incertidumbre Original	Tipo distribución	Incertidumbre Standard	Cs	Contribución	GL
1	Repetibilidad (mm)	15,36909	Laboratorio	0,907373	Normal	0,907373	1	0,907373	99
2	Dilatación		-	0,000346	Normal	0,000346	1	0,000346	100
2,1	Condiciones Amb.		-	0,000346	Normal	0,000346	1	0,000346	100
	Temperatura (°C)	21,50000	Laboratorio	0,000346	Normal	0,000346	1	0,000346	100
	Humedad (%)	0,64000	Laboratorio	0,640000	Normal	0,640000	0	0,000000	100
2,2	Coeficiente a	0,00002	-	0,000015	Normal	0,000015	1	0,000015	100
3	Vibraciones (µm)	0,01000	Laboratorio	0,010000	Rectangular	0,005774	1	0,005774	100
4	Resolución (µm)	0,06000	Instrumento	0,060000	Rectangular	0,034641	1	0,034641	100
5	Calibración (µm)	0,00010	Certificado	0,000100	Normal	0,000100	1	0,000100	100
6	Deriva (µm)	0,06000	Instrumento	0,060000	Normal	0,060000	1	0,060000	100
7	Histéresis (µm)	0,00100	Instrumento	0,001000	Normal	0,001000	1	0,001000	100
8	Digitalización (µm)	0,00100	Instrumento	0,000010	Normal	0,000010	1	0,000010	100
9	Algoritmo	min.cuadrados	Instrumento		Normal		0	0,000000	100
10	Dif. de material (µm)	0,01000	Laboratorio	0,010000	Rectangular	0,005774	1	0,005774	100
11	Adhesivo (µm)	0,01000	Laboratorio	0,010000	Rectangular	0,005774	1	0,005774	100
12	Antirreflejante (µm)	0,01000	Laboratorio	0,010000	Rectangular	0,005774	1	0,005774	100
Valor medio (mm)								15,369	
Incertidumbre combinada								0,910088	
Grados de Libertad								100	
t de Student								2,000	
Incertidumbre expandida (mm)								1,820176	

Tabla 2 Tabla completa de incertidumbres

D2,5A - Distancia esf (1-2)



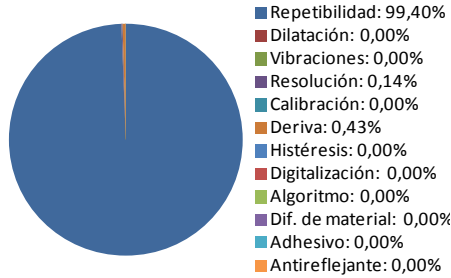
La Repetibilidad, compuesto de 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (99,40%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,96%) y la resolución (24,32%).

$15,369 \pm 1,820 \text{ mm}$

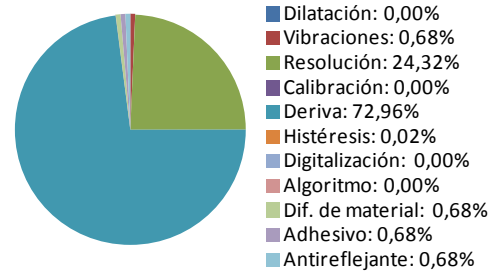
\bar{x} [mm]	15,369
U_c [mm]	0,910
GL	100
t_s	2,000
U_e [mm]	1,820



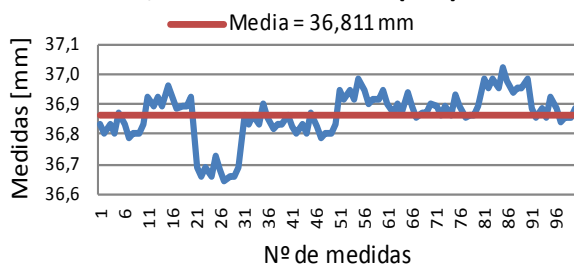
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D2,5A - Distancia esf (1-3)



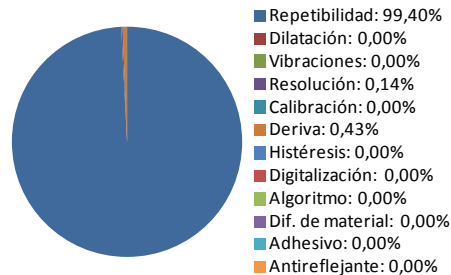
La Repetibilidad, compuesto de 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (99,40%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,95%) y la resolución (24,32%).

$36,811 \pm 1,558 \text{ mm}$

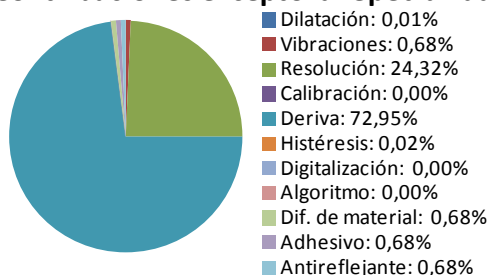
\bar{x} [mm]	36,811
U_c [mm]	0,779
GL	101
t_s	2,000
U_e [mm]	1,558



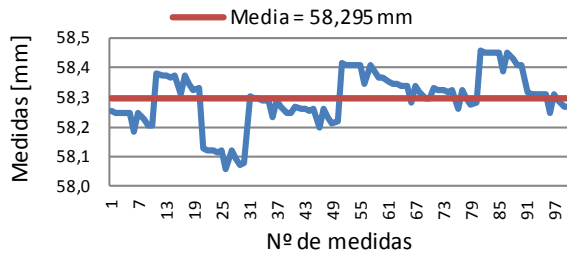
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D2,5A - Distancia esf (1-4)



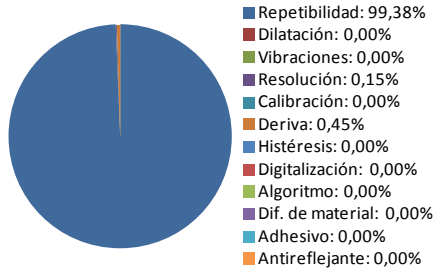
La Repetibilidad, compuesto de 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (99,38%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,93%) y la resolución (24,31%).

$58,295 \pm 1,783 \text{ mm}$

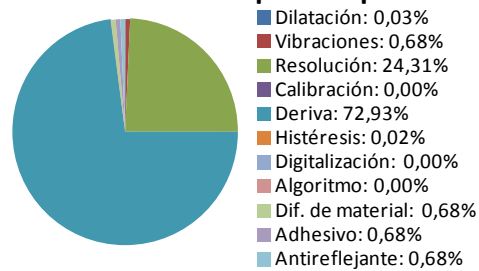
\bar{x} [mm]	58,295
U_c [mm]	0,891
GL	100
t_s	2,000
U_e [mm]	1,783



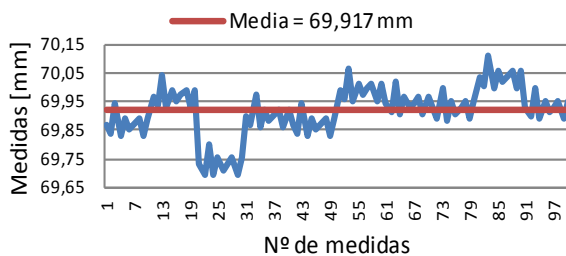
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D2,5A - Distancia esf (1-5)



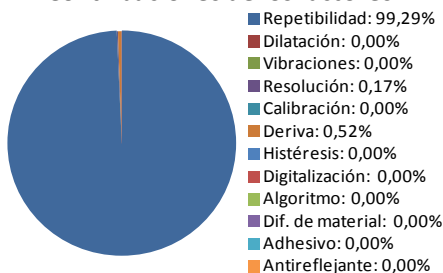
La Repetibilidad, compuesto de 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (99,29%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,92%) y la resolución (24,31%).

$69,917 \pm 1,667 \text{ mm}$

\bar{x} [mm]	69,917
U_c [mm]	0,833
GL	100
t_s	2,000
U_e [mm]	1,667

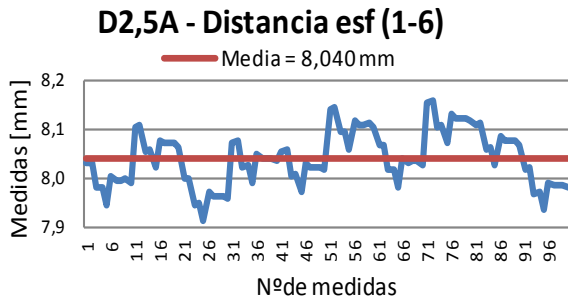


Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad

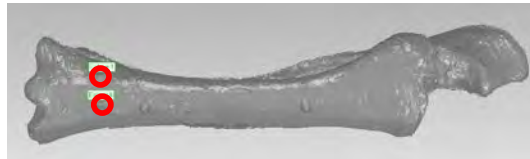




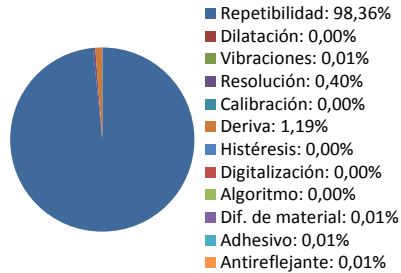
La Repetibilidad, compuesto de 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (98,36%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,96%) y la resolución (24,32%).

$8,040 \pm 1,098 \text{ mm}$

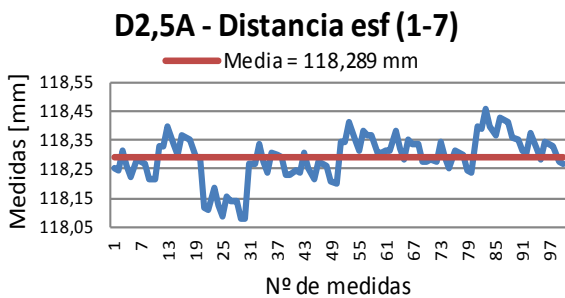
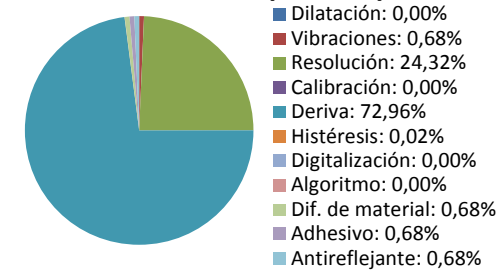
\bar{x} [mm]	8,040
U_c [mm]	0,549
GL	102
t_s	2,000
U_e [mm]	1,098



Contribuciones de los factores



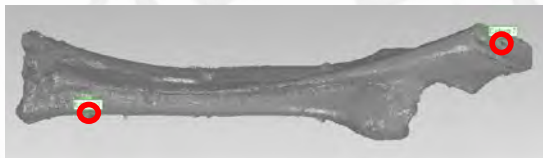
Contribuciones excepto la repetibilidad



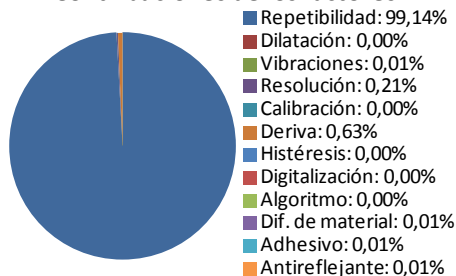
La Repetibilidad, compuesto de 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (99,14%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,85%) y la resolución (24,28%).

$118,289 \pm 1,515 \text{ mm}$

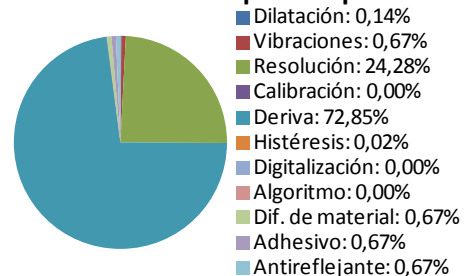
\bar{x} [mm]	118,289
U_c [mm]	0,758
GL	101
t_s	2,000
U_e [mm]	1,515



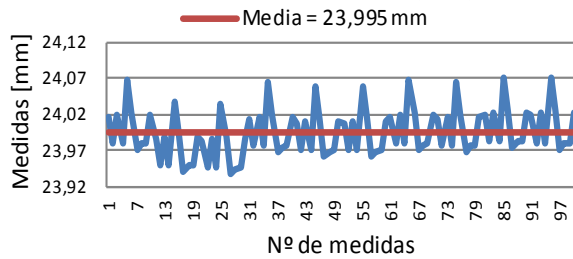
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D2,5A - Distancia esf (2-3)



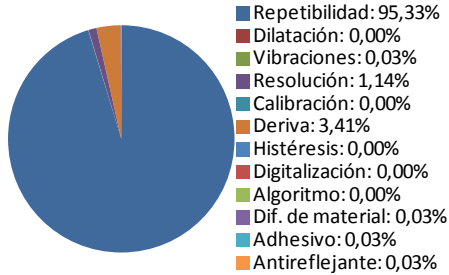
La Repetibilidad, compuesto de 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (95,33%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,95%) y la resolución (24,32%).

$23,995 \pm 0,650 \text{ mm}$

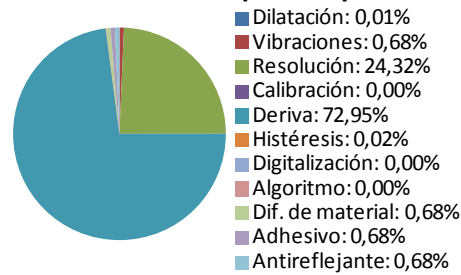
\bar{x} [mm]	23,995
U_c [mm]	0,325
GL	109
t_s	2,000
U_e [mm]	0,650



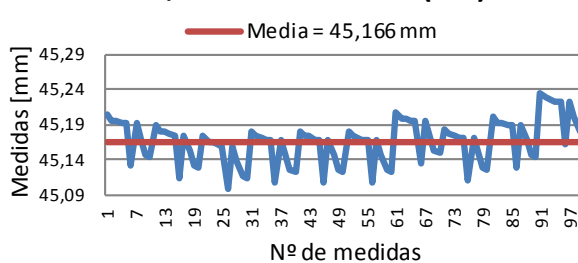
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D2,5A - Distancia esf (2-4)



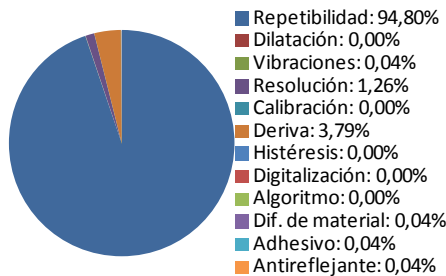
La Repetibilidad, compuesto de 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (94,80%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,94%) y la resolución (24,31%).

$45,166 \pm 0,616 \text{ mm}$

\bar{x} [mm]	45,166
U_c [mm]	0,308
GL	110
t_s	2,000
U_e [mm]	0,616



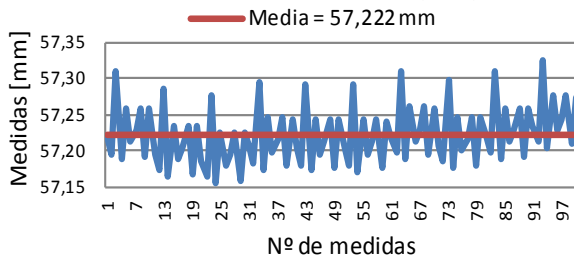
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D2,5A - Distancia esf (2-5)



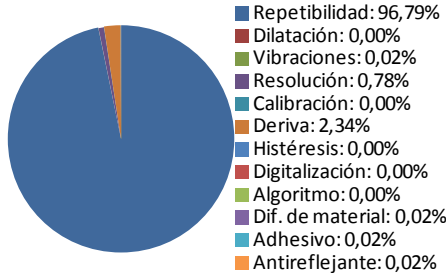
La Repetibilidad, compuesto de 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (96,79%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,93%) y la resolución (24,31%).

$57,222 \pm 0,784 \text{ mm}$

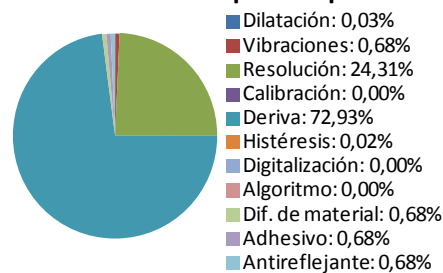
\bar{x} [mm]	57,222
U_c [mm]	0,392
GL	106
t_s	2,000
U_e [mm]	0,784



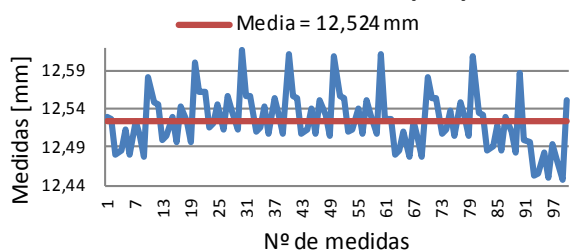
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



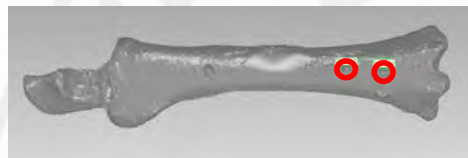
D2,5A - Distancia esf (2-6)



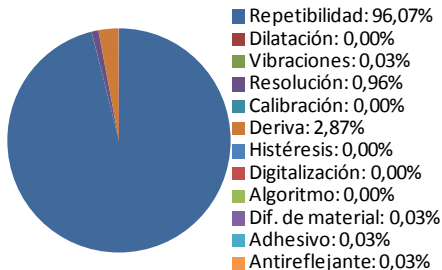
La Repetibilidad, compuesto de 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (96,07%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,96%) y la resolución (24,32%).

$12,524 \pm 0,708 \text{ mm}$

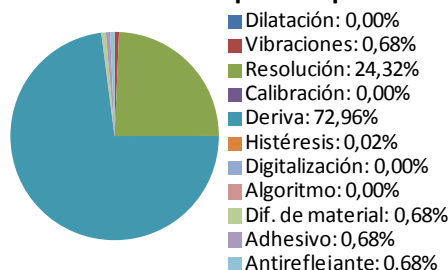
\bar{x} [mm]	12,524
U_c [mm]	0,354
GL	107
t_s	2,000
U_e [mm]	0,708



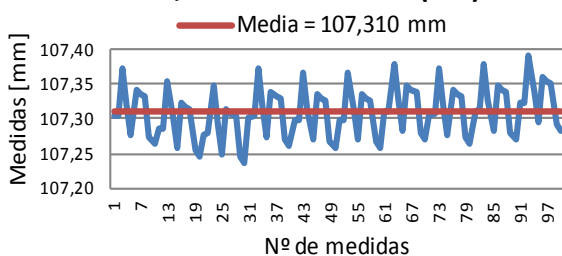
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D2,5A - Distancia esf (2-7)



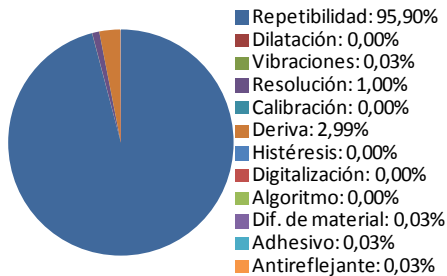
La Repetibilidad, compuesto de 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (95,90%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,87%) y la resolución (24,29%).

$$107,310 \pm 0,694 \text{ mm}$$

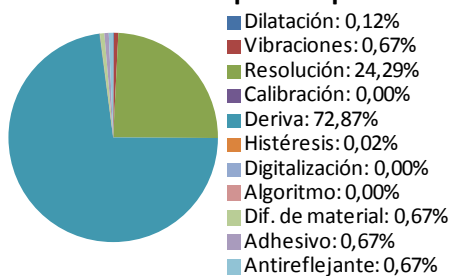
\bar{x} [mm]	107,310
U_c [mm]	0,347
GL	108
t_s	2,000
U_e [mm]	0,694



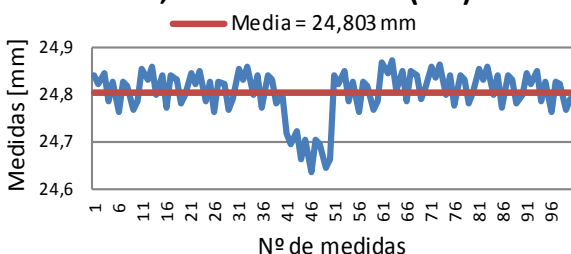
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D2,5A - Distancia esf (3-4)



La Repetibilidad, compuesto de 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (98,00%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,95%) y la resolución (24,32%).

$$24,803 \pm 0,995 \text{ mm}$$

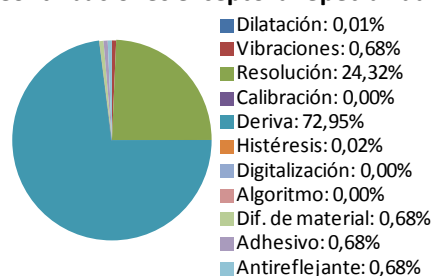
\bar{x} [mm]	24,803
U_c [mm]	0,497
GL	103
t_s	2,000
U_e [mm]	0,995



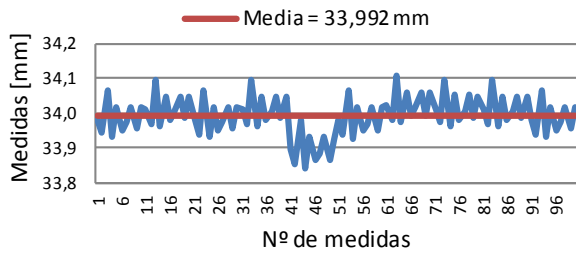
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D2,5A - Distancia esf (3-5)



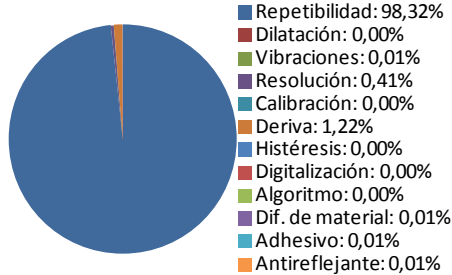
La Repetibilidad, compuesto de 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (98,32%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,95%) y la resolución (24,32%).

$33,992 \pm 1,085 \text{ mm}$

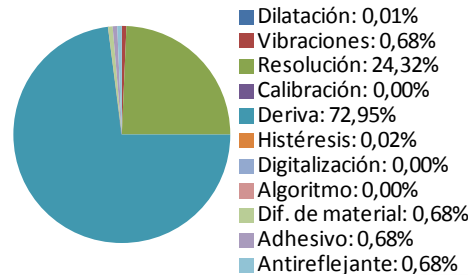
\bar{x} [mm]	33,992
U_c [mm]	0,542
GL	102
t_s	2,000
U_e [mm]	1,085



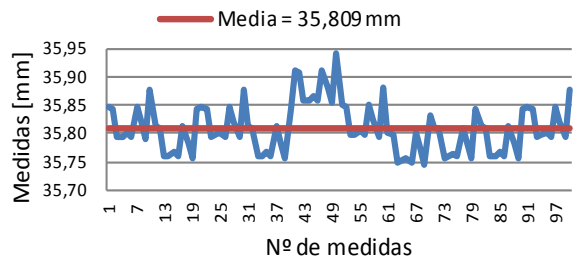
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D2,5A - Distancia esf (3-6)



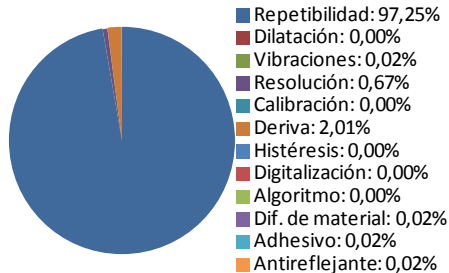
La Repetibilidad, compuesto de 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (97,25%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,95%) y la resolución (24,32%).

$35,809 \pm 0,847 \text{ mm}$

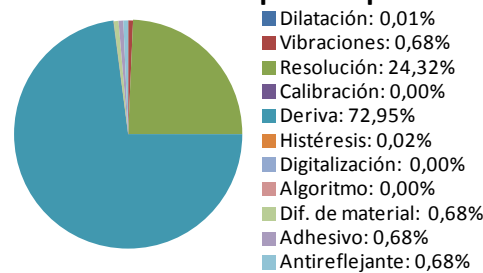
\bar{x} [mm]	35,809
U_c [mm]	0,424
GL	105
t_s	2,000
U_e [mm]	0,847



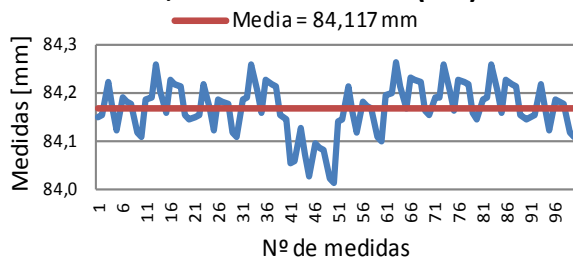
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D2,5A - Distancia esf (3-7)



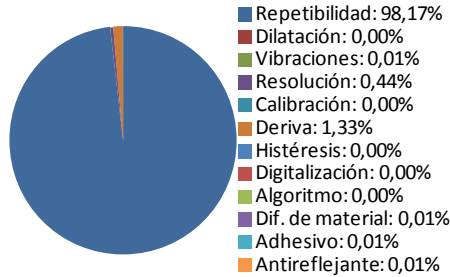
La Repetibilidad, compuesto de 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (98,17%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,91%) y la resolución (24,30%).

$84,117 \pm 1,039 \text{ mm}$

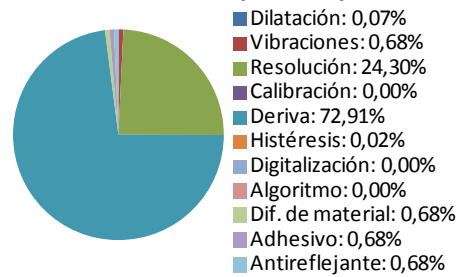
\bar{x} [mm]	84,117
U_c [mm]	0,520
GL	103
t_s	2,000
U_e [mm]	1,039



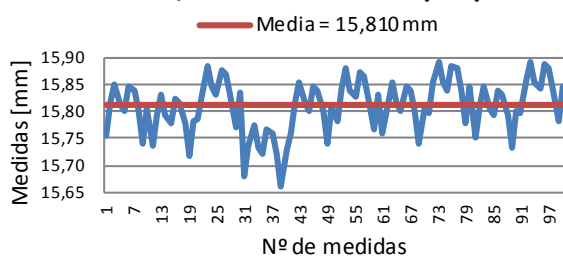
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D2,5A - Distancia esf (4-5)



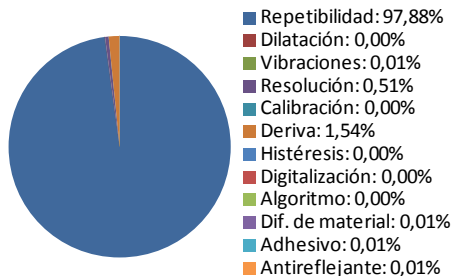
La Repetibilidad, compuesto de 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (97,88%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,96%) y la resolución (24,32%).

$15,810 \pm 0,966 \text{ mm}$

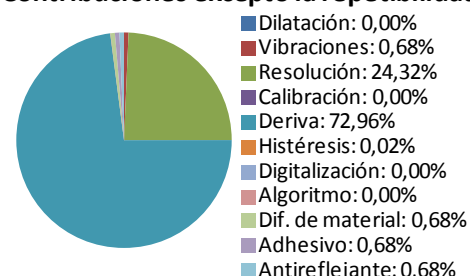
\bar{x} [mm]	15,810
U_c [mm]	0,483
GL	103
t_s	2,000
U_e [mm]	0,966



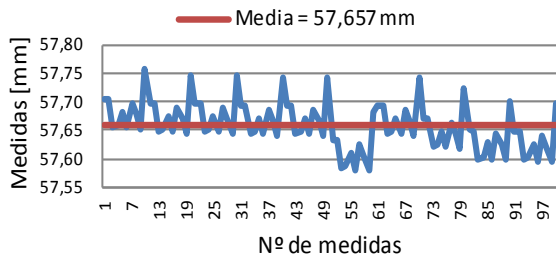
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D2,5A - Distancia esf (4-6)



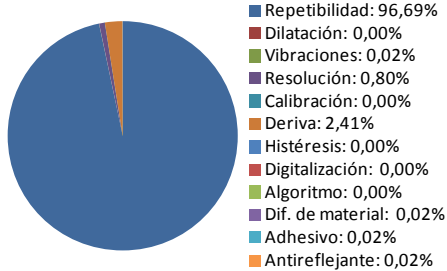
La Repetibilidad, compuesto de 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (96,69%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,93%) y la resolución (24,31%).

$57,657 \pm 0,772 \text{ mm}$

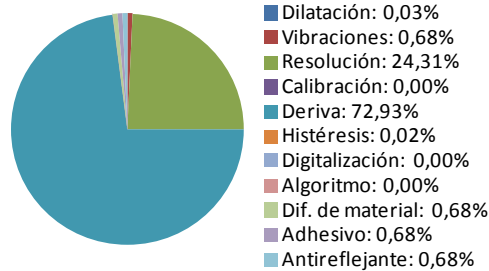
\bar{x} [mm]	57,657
U_c [mm]	0,386
GL	106
t_s	2,000
U_e [mm]	0,772



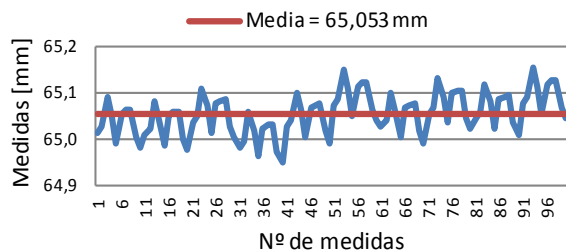
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D2,5A - Distancia esf (4-7)



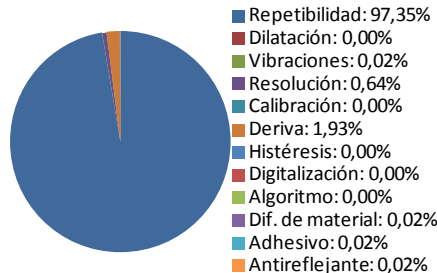
La Repetibilidad, compuesto de 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (97,35%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,93%) y la resolución (24,31%).

$65,053 \pm 0,863 \text{ mm}$

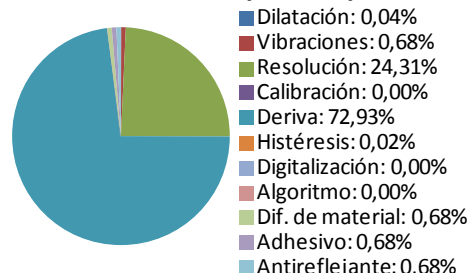
\bar{x} [mm]	65,053
U_c [mm]	0,431
GL	104
t_s	2,000
U_e [mm]	0,863



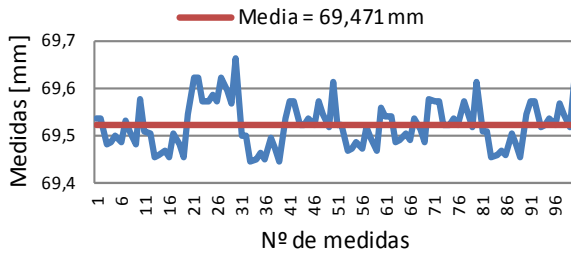
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D2,5A - Distancia esf (5-6)



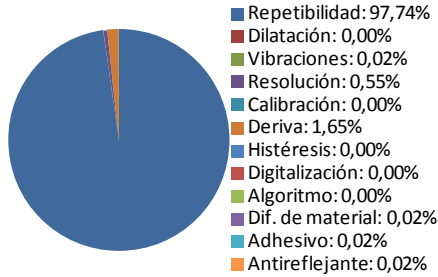
La Repetibilidad, compuesto de 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (97,74%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,92%) y la resolución (24,31%).

$69,471 \pm 0,934 \text{ mm}$

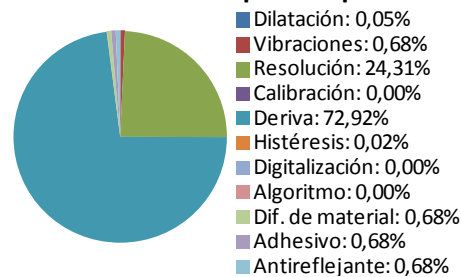
\bar{x} [mm]	69,471
U_c [mm]	0,467
GL	104
t_s	2,000
U_e [mm]	0,934



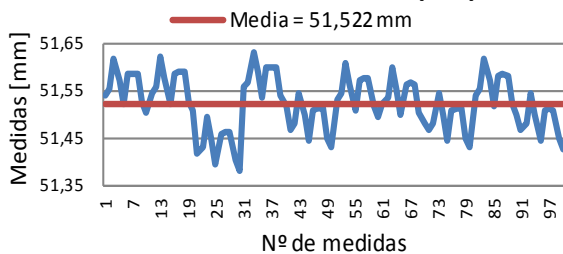
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D2,5A - Distancia esf (5-7)



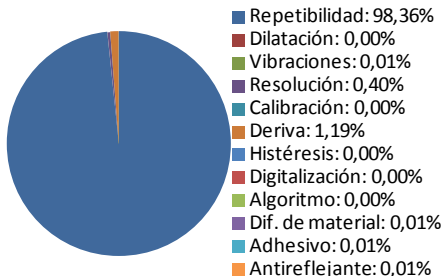
La Repetibilidad, compuesto de 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (98,36%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,94%) y la resolución (24,31%).

$51,522 \pm 1,098 \text{ mm}$

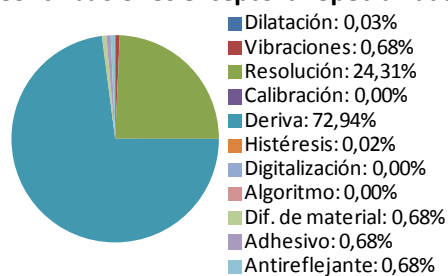
\bar{x} [mm]	51,522
U_c [mm]	0,549
GL	102
t_s	2,000
U_e [mm]	1,098

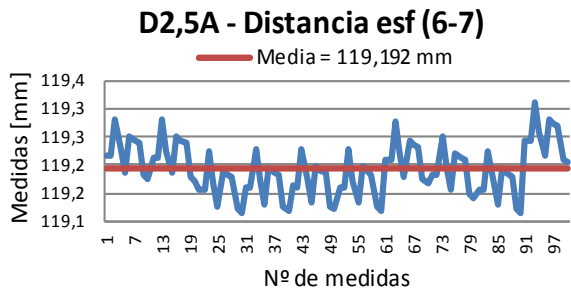


Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad





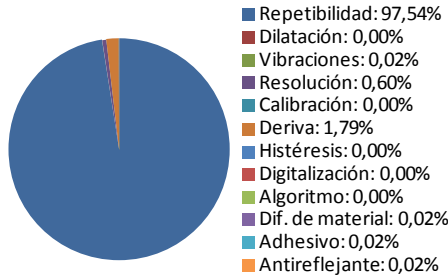
La Repetibilidad, compuesto de 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (97,54%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,85%) y la resolución (24,28%).

$$119,192 \pm 0,896 \text{ mm}$$

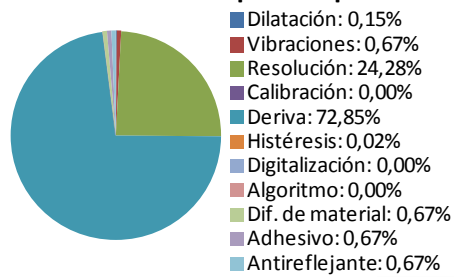
\bar{x} [mm]	119,192
U_c [mm]	0,448
GL	104
t_s	2,000
U_e [mm]	0,896



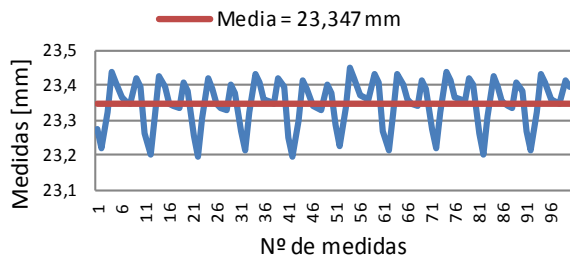
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



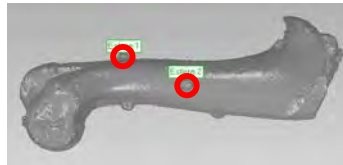
D4C - Distancia esf (1-2)



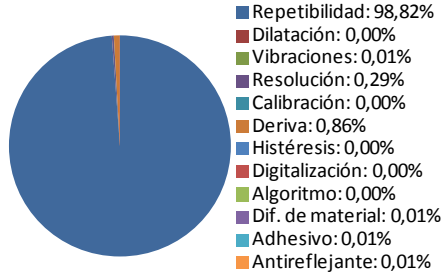
La Repetibilidad, compuesto de 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (98,82%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,95%) y la resolución (24,32%).

$$23,347 \pm 1,295 \text{ mm}$$

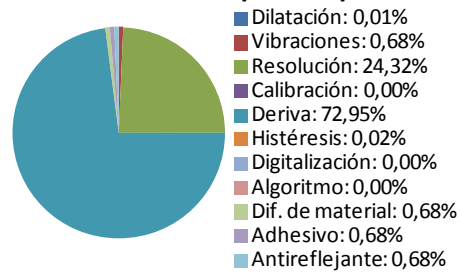
\bar{x} [mm]	23,347
U_c [mm]	0,648
GL	101
t_s	2,000
U_e [mm]	1,295



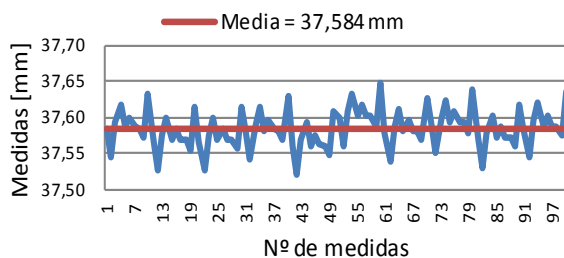
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D4C - Distancia esf (1-3)



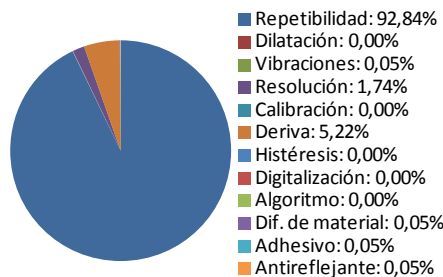
La Repetibilidad, compuesto de 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (92,84%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,95%) y la resolución (24,32%).

$$37,584 \pm 0,525 \text{ mm}$$

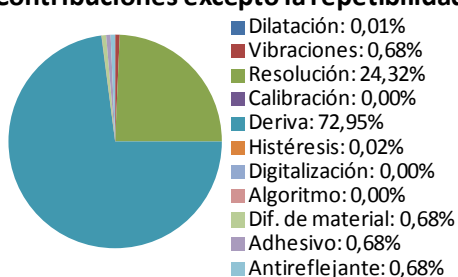
\bar{x} [mm]	37,584
U_c [mm]	0,263
GL	114
t_s	2,000
U_e [mm]	0,525



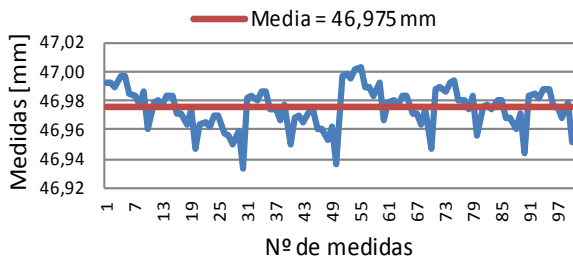
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D4C - Distancia esf (1-4)



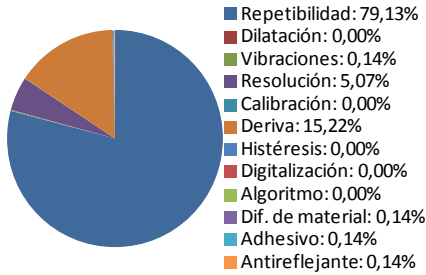
La Repetibilidad, compuesto de 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (79,13%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,94%) y la resolución (24,31%).

$46,975 \pm 0,308 \text{ mm}$

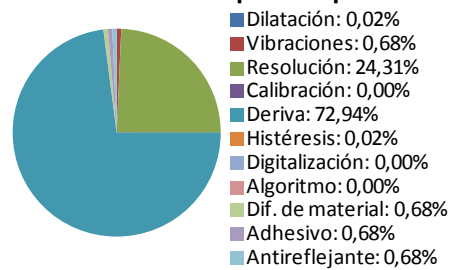
\bar{x} [mm]	46,975
U_c [mm]	0,154
GL	152
t_s	2,000
U_e [mm]	0,308



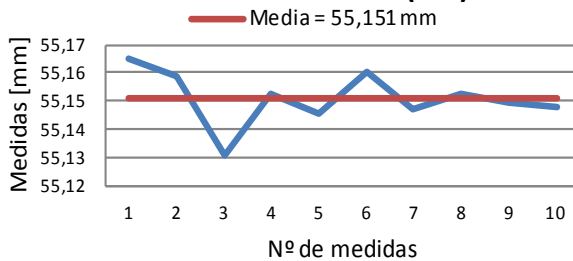
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D4C - Distancia esf (1-5)



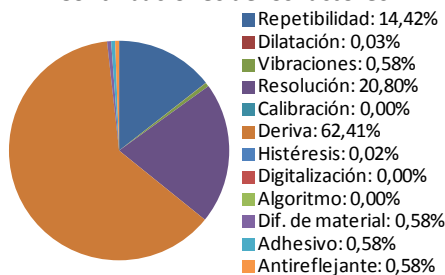
La Deriva es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (62,41%). Sin contar este factor los que más afectan son la repetibilidad (38,38%), compuesto por 10 mediciones, y la resolución (55,35%)

$55,151 \pm 0,152 \text{ mm}$

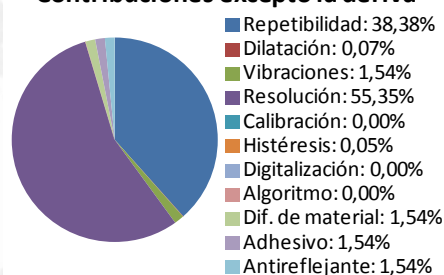
\bar{x} [mm]	55,151
U_c [mm]	0,076
GL	151
t_s	2,000
U_e [mm]	0,152



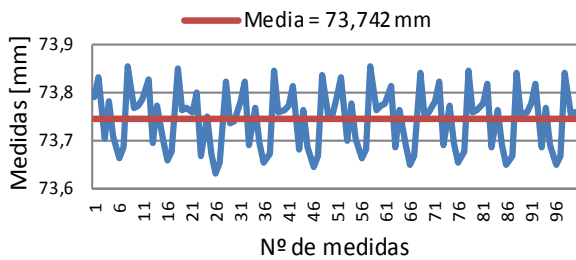
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la deriva



D4C - Distancia esf (1-6)



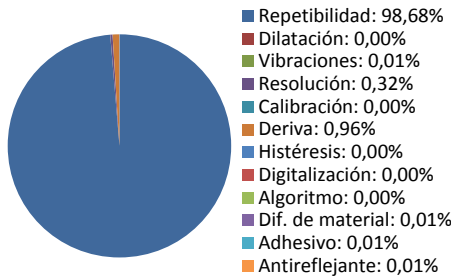
La Repetibilidad, compuesto de 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (98,68%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,92%) y la resolución (24,31%).

$73,742 \pm 1,224 \text{ mm}$

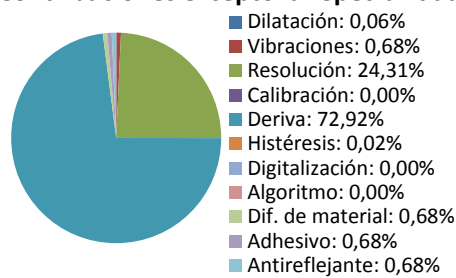
\bar{x} [mm]	73,742
U_c [mm]	0,612
GL	102
t_s	2,000
U_e [mm]	1,224



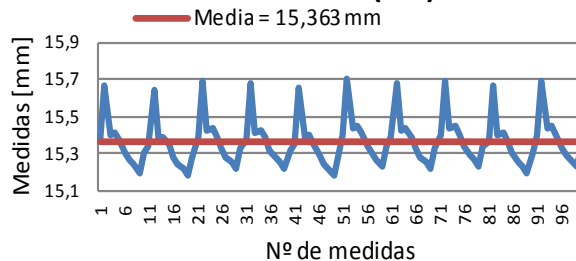
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



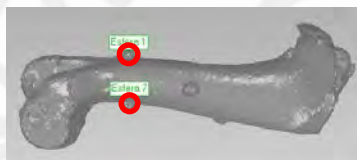
D4C - Distancia esf (1-7)



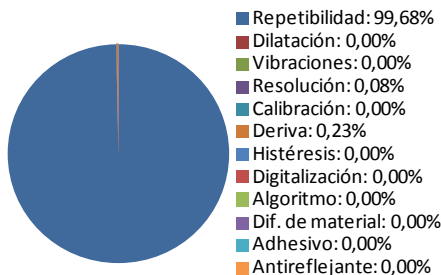
La Repetibilidad, compuesto de 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (99,68%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,96%) y la resolución (24,32%).

$15,363 \pm 2,488 \text{ mm}$

\bar{x} [mm]	15,363
U_c [mm]	1,244
GL	100
t_s	2,000
U_e [mm]	2,488



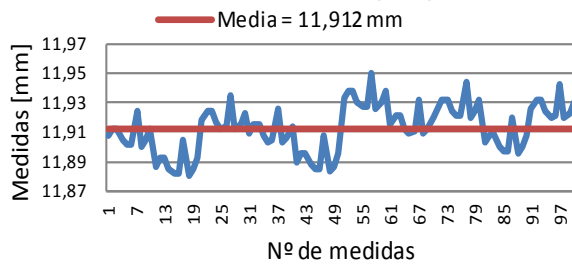
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



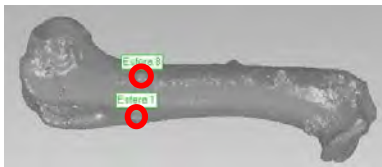
D4C - Distancia esf (1-8)



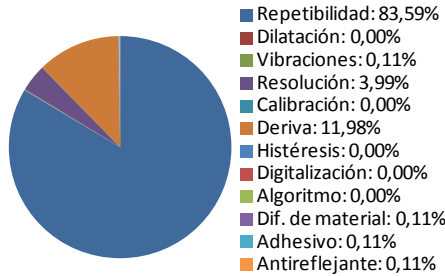
La Repetibilidad, compuesto de 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (83,59%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,96%) y la resolución (24,32%).

$11,912 \pm 0,347 \text{ mm}$

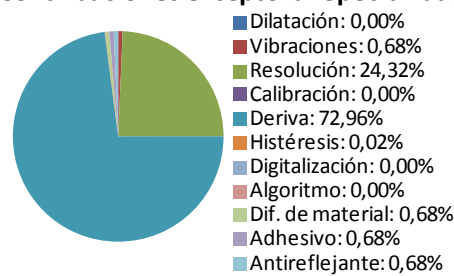
\bar{x} [mm]	11,912
U_c [mm]	0,173
GL	139
t_s	2,000
U_e [mm]	0,347



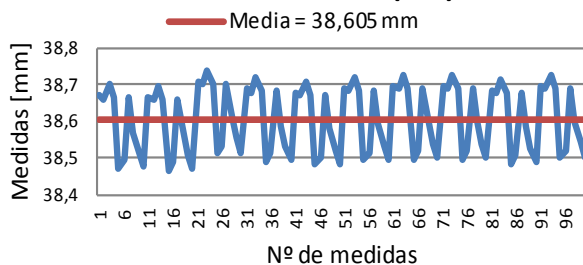
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D4C - Distancia esf (1-9)



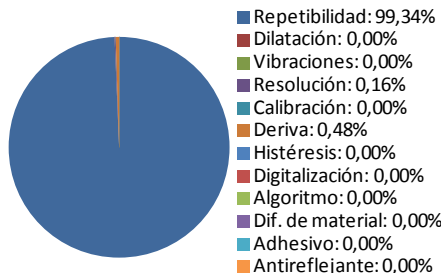
La Repetibilidad, compuesto de 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (99,34%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,95%) y la resolución (24,32%).

$38,605 \pm 1,731 \text{ mm}$

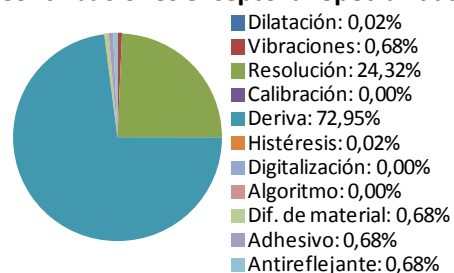
\bar{x} [mm]	38,605
U_c [mm]	0,866
GL	100
t_s	2,000
U_e [mm]	1,731



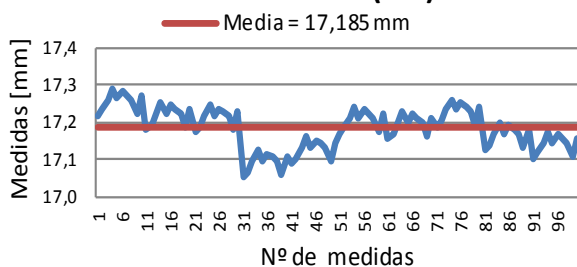
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



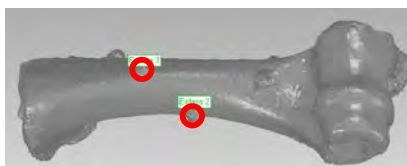
D4C - Distancia esf (2-3)



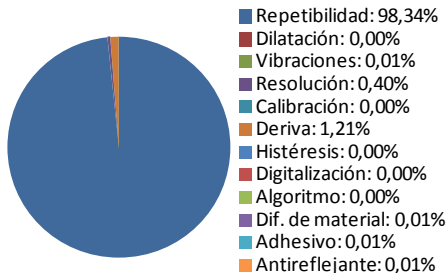
La Repetibilidad, compuesto de 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (98,34%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,96%) y la resolución (24,32%).

$$17,185 \pm 1,090 \text{ mm}$$

\bar{x} [mm]	17,185
U_c [mm]	0,545
GL	102
t_s	2,000
U_e [mm]	1,090



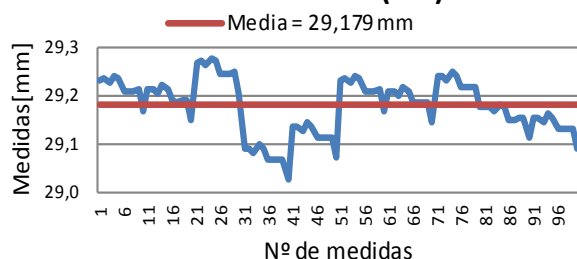
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D4C - Distancia esf (2-4)



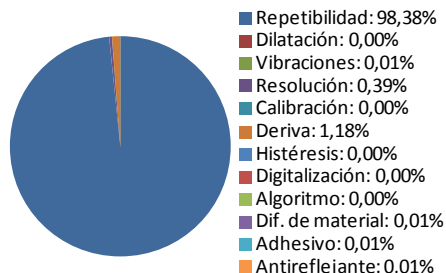
La Repetibilidad, compuesto de 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (98,38%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,95%) y la resolución (24,32%).

$$29,179 \pm 1,103 \text{ mm}$$

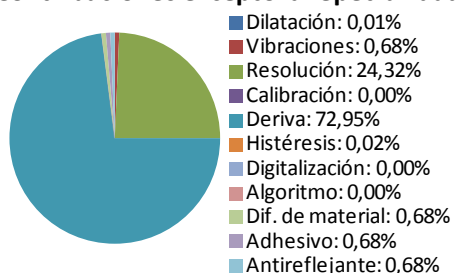
\bar{x} [mm]	29,179
U_c [mm]	0,551
GL	102
t_s	2,000
U_e [mm]	1,103



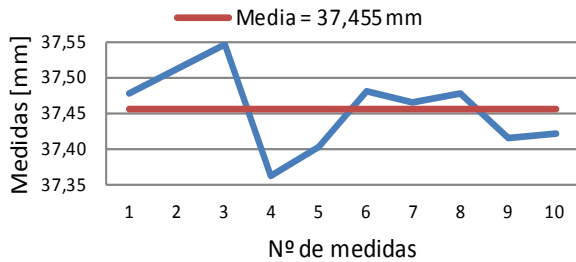
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D4C - Distancia esf (2-5)



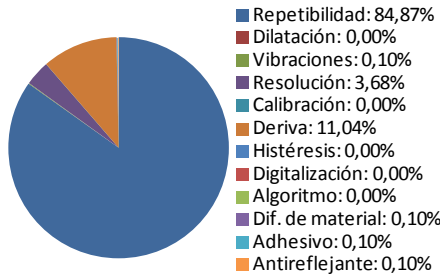
La Repetibilidad, compuesto de 10 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (84,87%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,95%) y la resolución (24,32%).

$37,455 \pm 0,361 \text{ mm}$

\bar{x} [mm]	37,455
U_c [mm]	0,181
GL	12
t_s	2,000
U_e [mm]	0,361



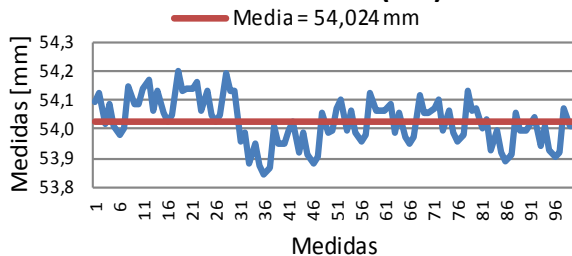
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D4C - Distancia esf (2-6)



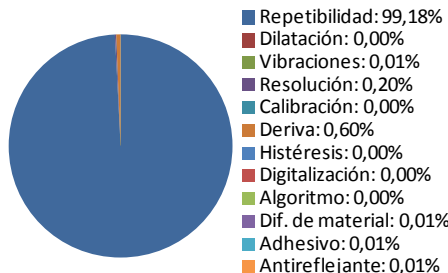
La Repetibilidad, compuesto de 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (99,18%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,94%) y la resolución (24,31%).

$54,024 \pm 1,548 \text{ mm}$

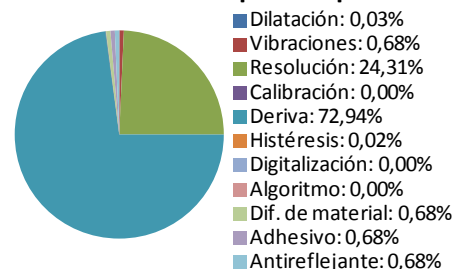
\bar{x} [mm]	54,024
U_c [mm]	0,774
GL	101
t_s	2,000
U_e [mm]	1,548



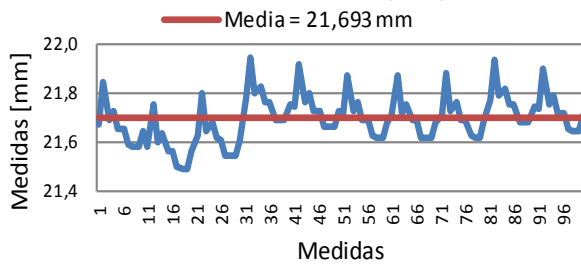
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



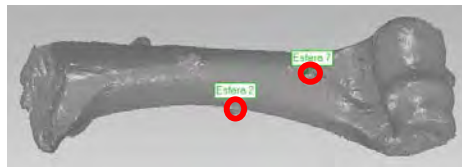
D4C - Distancia esf (2-7)



La Repetibilidad, compuesto de 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (99,42%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,95%) y la resolución (24,32%).

$21,693 \pm 1,849 \text{ mm}$

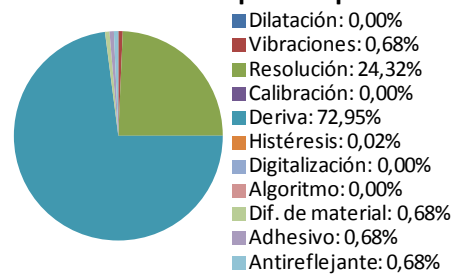
\bar{x} [mm]	21,693
U_c [mm]	0,925
GL	100
t_s	2,000
U_e [mm]	1,849



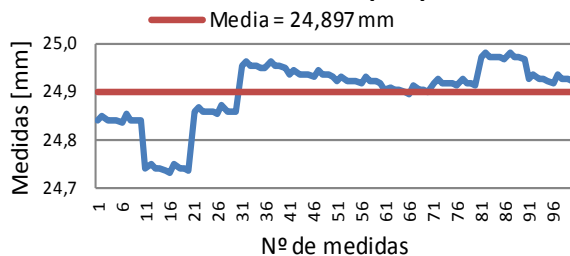
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D4C - Distancia esf (2-8)



La Repetibilidad, compuesto de 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (98,73%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,95%) y la resolución (24,32%).

$24,897 \pm 1,247 \text{ mm}$

\bar{x} [mm]	24,897
U_c [mm]	0,623
GL	102
t_s	2,000
U_e [mm]	1,247



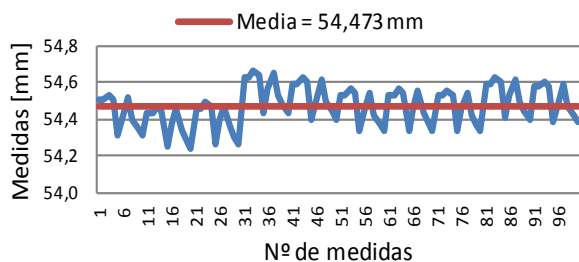
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D4C - Distancia esf (2-9)



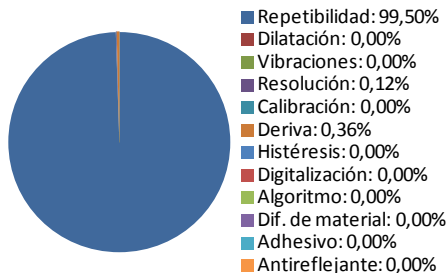
La Repetibilidad, compuesto de 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (99,50%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,94%) y la resolución (24,31%).

$54,473 \pm 1,994 \text{ mm}$

\bar{x} [mm]	54,473
U_c [mm]	0,997
GL	100
t_s	2,000
U_e [mm]	1,994



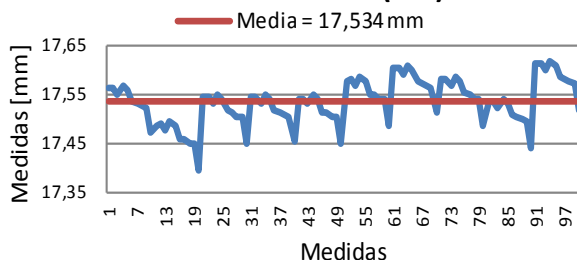
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D4C - Distancia esf (3-4)



La Repetibilidad, compuesto de 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (97,26%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,96%) y la resolución (24,32%).

$17,534 \pm 0,849 \text{ mm}$

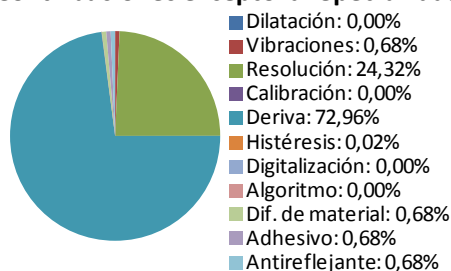
\bar{x} [mm]	17,534
U_c [mm]	0,424
GL	105
t_s	2,000
U_e [mm]	0,849



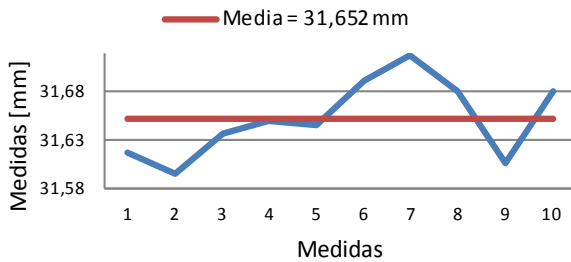
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D4C - Distancia esf (3-5)



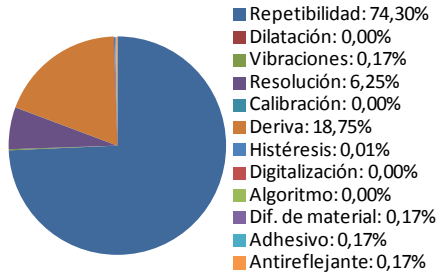
La Repetibilidad, compuesto de 10 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (74,30%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,95%) y la resolución (24,32%).

$31,652 \pm 0,277 \text{ mm}$

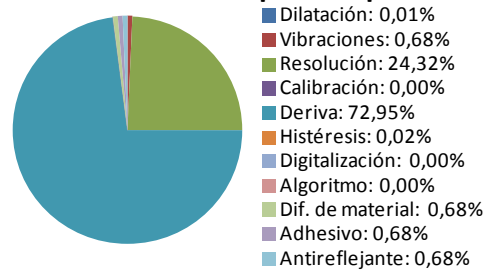
\bar{x} [mm]	31,652
U_c [mm]	0,139
GL	16
t_s	2,000
U_e [mm]	0,277



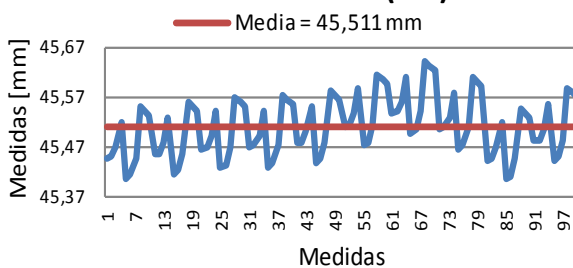
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D4C - Distancia esf (3-6)



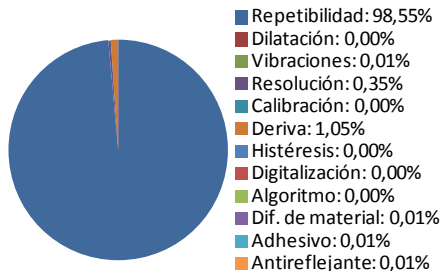
La Repetibilidad, compuesto de 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (98,55%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,94%) y la resolución (24,31%).

$45,511 \pm 1,169 \text{ mm}$

\bar{x} [mm]	45,511
U_c [mm]	0,584
GL	102
t_s	2,000
U_e [mm]	1,169



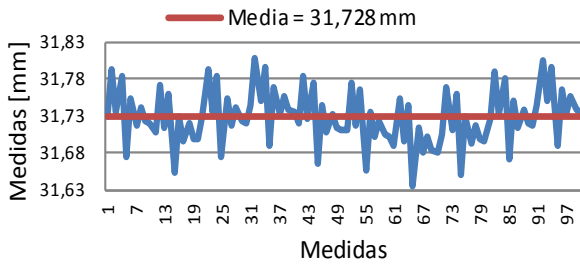
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



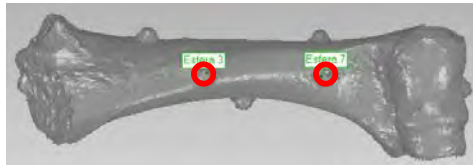
D4C - Distancia esf (3-7)



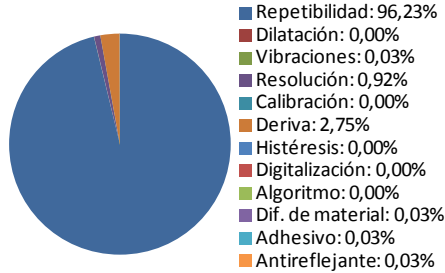
La Repetibilidad, compuesto de 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (96,23%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,95%) y la resolución (24,32%).

$31,728 \pm 0,723 \text{ mm}$

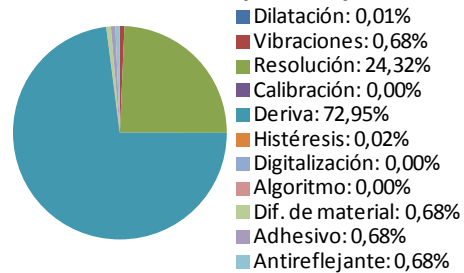
\bar{x} [mm]	31,728
U_c [mm]	0,362
GL	107
t_s	2,000
U_e [mm]	0,723



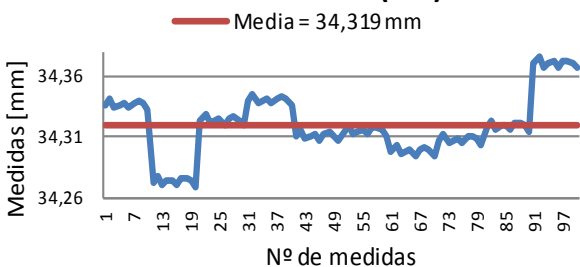
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D4C - Distancia esf (3-8)



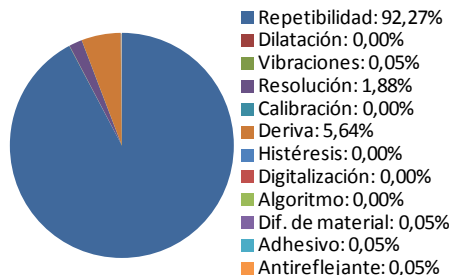
La Repetibilidad, compuesto de 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (92,27%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,95%) y la resolución (24,32%).

$34,319 \pm 0,505 \text{ mm}$

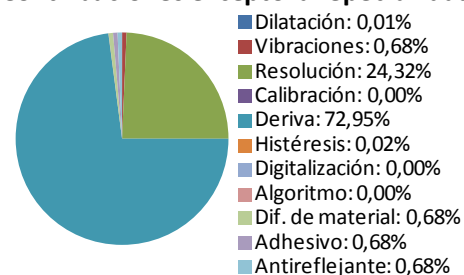
\bar{x} [mm]	34,319
U_c [mm]	0,253
GL	116
t_s	2,000
U_e [mm]	0,505



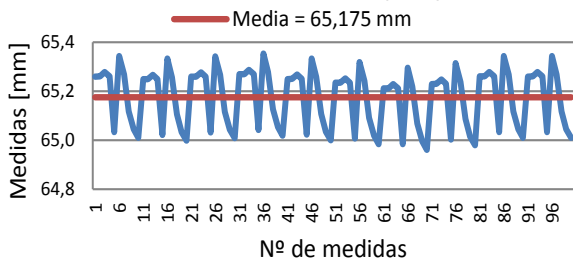
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D4C - Distancia esf (3-9)



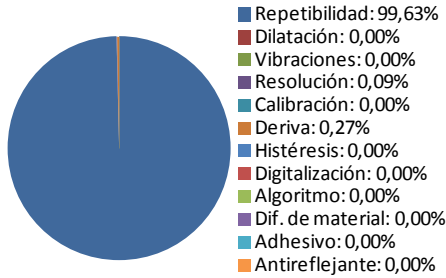
La Repetibilidad, compuesto de 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (99,63%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,93%) y la resolución (24,31%).

$65,175 \pm 2,316 \text{ mm}$

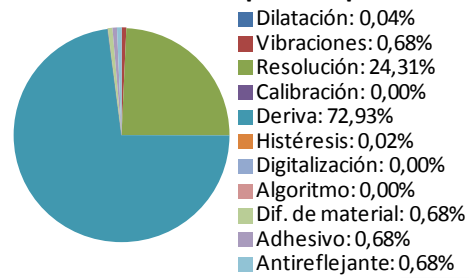
\bar{x} [mm]	65,175
U_c [mm]	1,158
GL	100
t_s	2,000
U_e [mm]	2,316



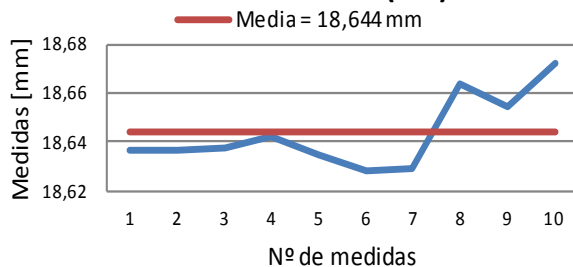
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D4C - Distancia esf (4-5)



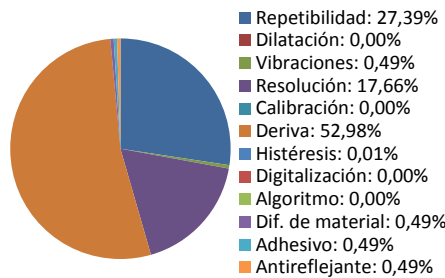
La Deriva es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (52,98%). Sin contar este factor los que más afectan son la repetibilidad (58,24%), compuesto por 10 mediciones, y la resolución (37,55%)

$18,644 \pm 0,165 \text{ mm}$

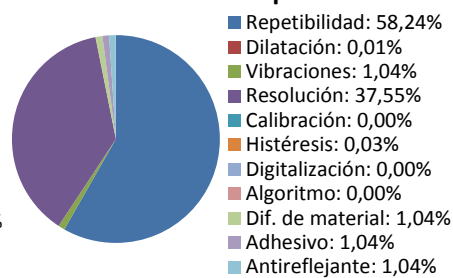
\bar{x} [mm]	18,644
U_c [mm]	0,082
GL	87
t_s	2,000
U_e [mm]	0,165



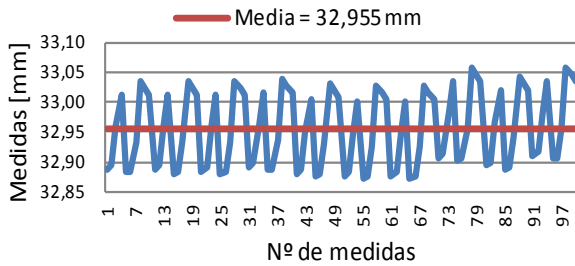
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la deriva



D4C - Distancia esf (4-6)



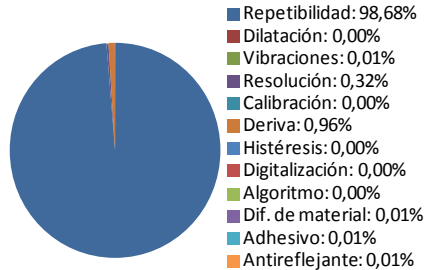
La Repetibilidad, compuesto de 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (98,68%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,95%) y la resolución (24,32%).

$32,955 \pm 1,222 \text{ mm}$

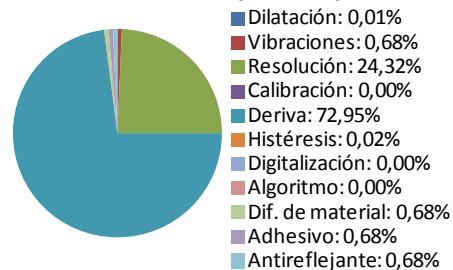
\bar{x} [mm]	32,955
U_c [mm]	0,611
GL	102
t_s	2,000
U_e [mm]	1,222



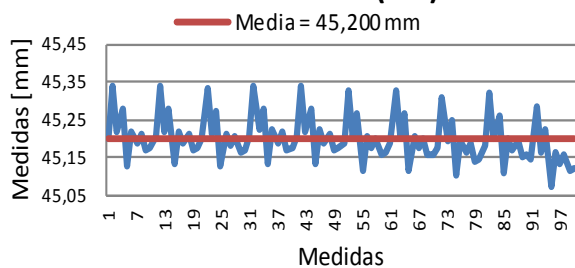
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



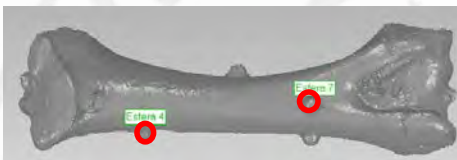
D4C - Distancia esf (4-7)



La Repetibilidad, compuesto de 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (98,54%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,94%) y la resolución (24,31%).

$45,200 \pm 1,161 \text{ mm}$

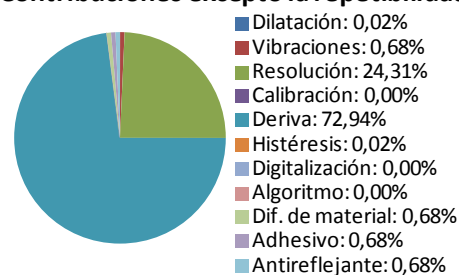
\bar{x} [mm]	45,200
U_c [mm]	0,581
GL	102
t_s	2,000
U_e [mm]	1,161



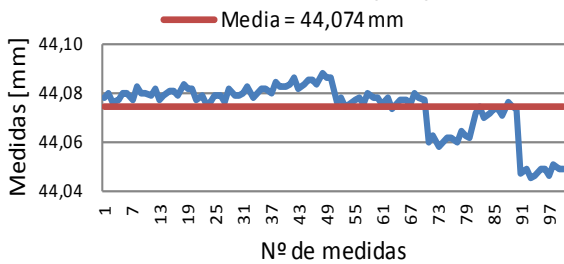
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



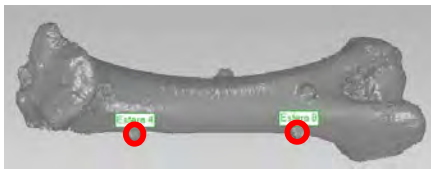
D4C - Distancia esf (4-8)



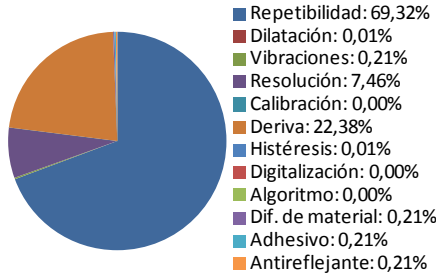
La Repetibilidad, compuesto de 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (69,32%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,94%) y la resolución (24,31%).

$44,074 \pm 0,254 \text{ mm}$

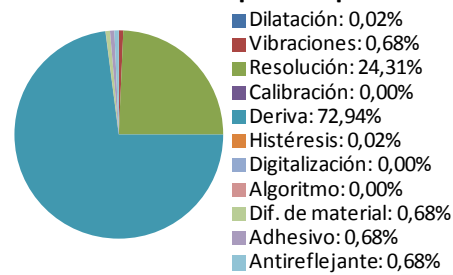
\bar{x} [mm]	44,074
U_c [mm]	0,127
GL	185
t_s	2,000
U_e [mm]	0,254



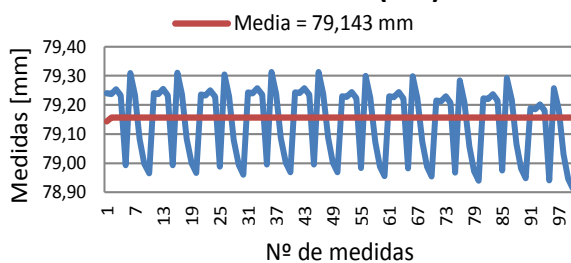
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D4C - Distancia esf (4-9)



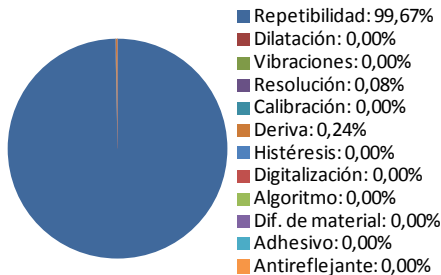
La Repetibilidad, compuesto de 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (99,67%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,91%) y la resolución (24,30%).

$79,143 \pm 2,439 \text{ mm}$

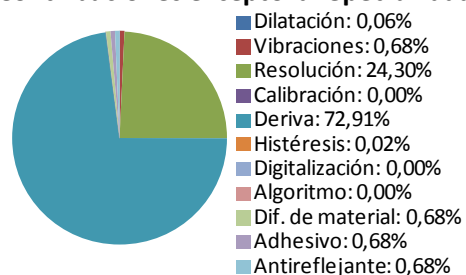
\bar{x} [mm]	79,143
U_c [mm]	1,220
GL	100
t_s	2,000
U_e [mm]	2,439



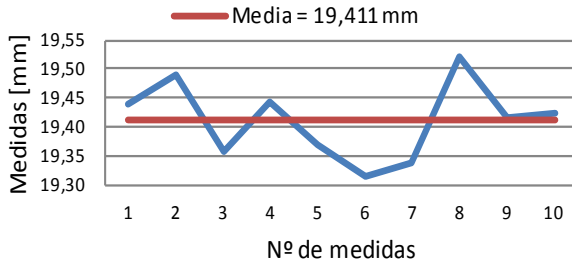
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



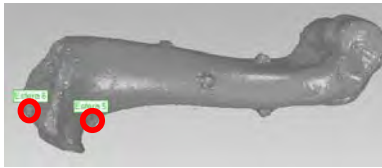
D4C - Distancia esf (5-6)



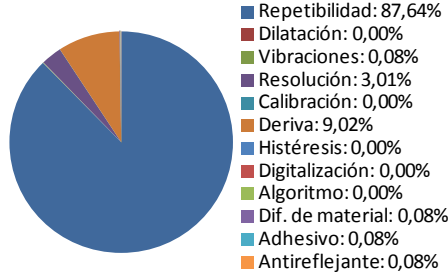
La Repetibilidad, compuesto de 10 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (87,64%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,96%) y la resolución (24,32%).

$19,411 \pm 0,400 \text{ mm}$

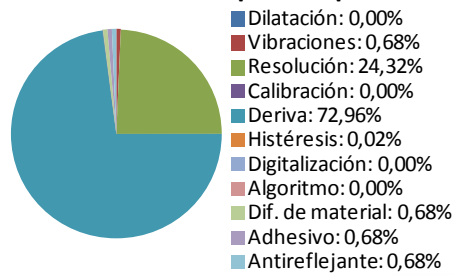
\bar{x} [mm]	19,411
U_c [mm]	0,200
GL	12
t_s	2,000
U_e [mm]	0,400



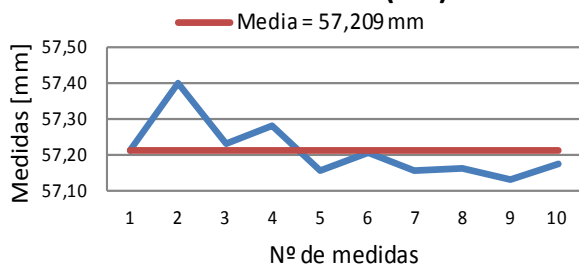
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D4C - Distancia esf (5-7)



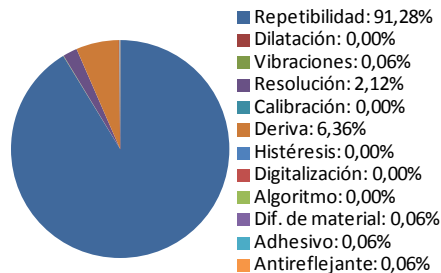
La Repetibilidad, compuesto de 10 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (91,28%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,93%) y la resolución (24,31%).

$57,209 \pm 0,476 \text{ mm}$

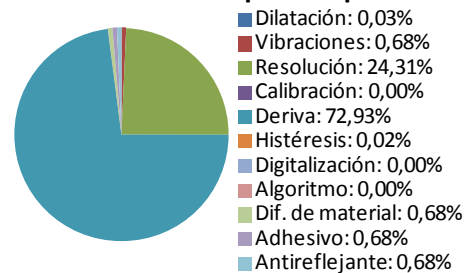
\bar{x} [mm]	57,209
U_c [mm]	0,238
GL	11
t_s	2,000
U_e [mm]	0,476



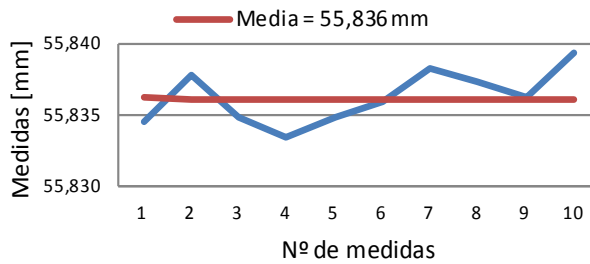
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D4C - Distancia esf (5-8)



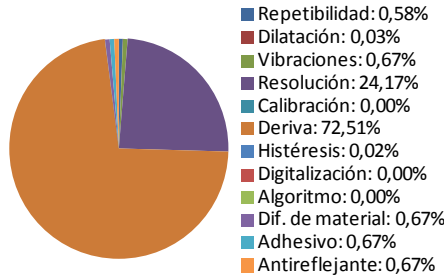
La Deriva, contribuye en un alto porcentaje a la incertidumbre (72,51%). Sin contar este factor el que más afecta es la resolución (87,94%). La repetibilidad está compuesta de 10 mediciones.

$55,836 \pm 0,141 \text{ mm}$

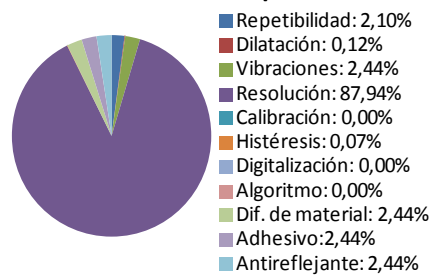
\bar{x} [mm]	55,836
U_c [mm]	0,070
GL	171
t_s	2,000
U_e [mm]	0,141



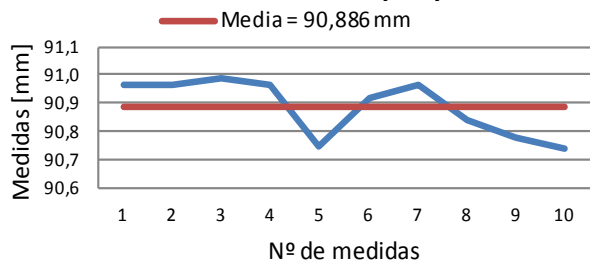
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la deriva



D4C - Distancia esf (5-9)



La Repetibilidad, compuesta de 10 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (94,36%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,90%) y la resolución (24,30%).

$90,886 \pm 0,669 \text{ mm}$

\bar{x} [mm]	90,886
U_c [mm]	0,296
GL	10
t_s	2,000
U_e [mm]	0,669



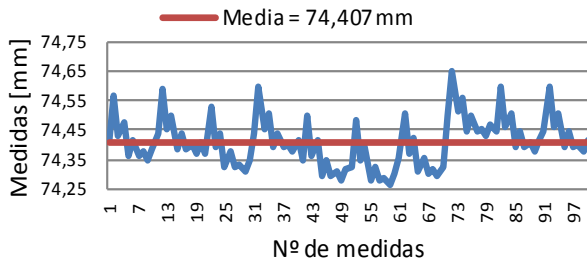
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D4C - Distancia esf (6-7)



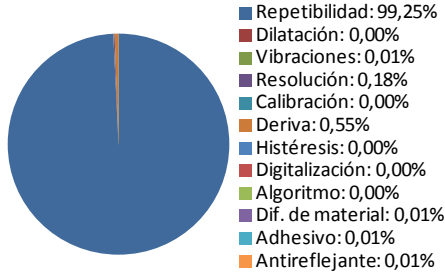
La Repetibilidad, compuesto de 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (99,25%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,92%) y la resolución (24,31%).

$74,407 \pm 1,622 \text{ mm}$

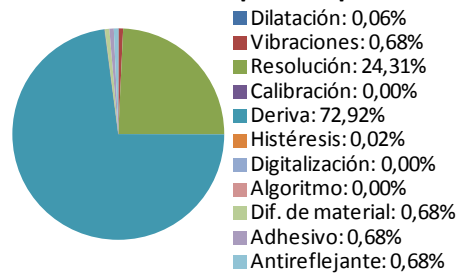
\bar{x} [mm]	74,407
U_c [mm]	0,811
GL	101
t_s	2,000
U_e [mm]	1,622



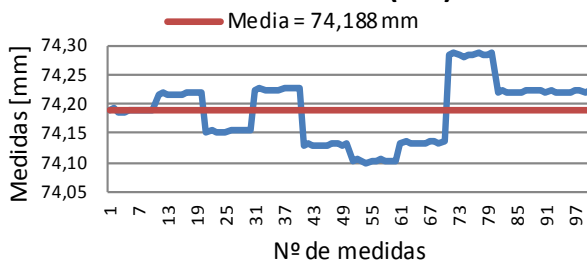
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



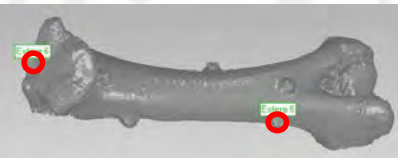
D4C - Distancia esf (6-8)



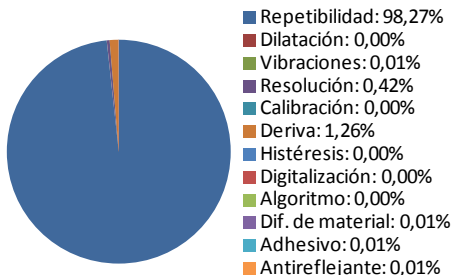
La Repetibilidad, compuesto de 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (98,27%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,92%) y la resolución (24,31%).

$74,188 \pm 1,069 \text{ mm}$

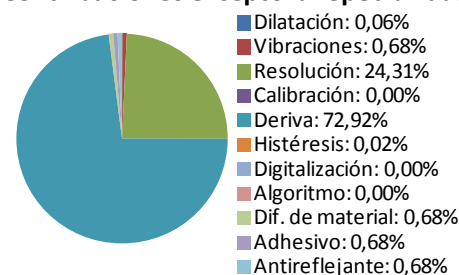
\bar{x} [mm]	74,188
U_c [mm]	0,534
GL	102
t_s	2,000
U_e [mm]	1,069



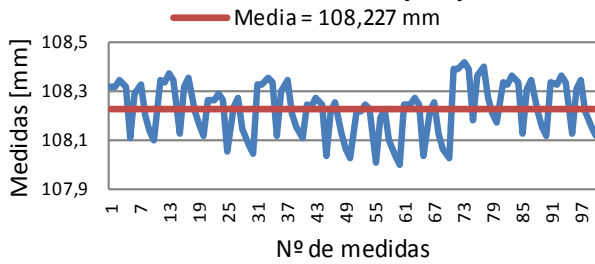
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D4C - Distancia esf (6-9)



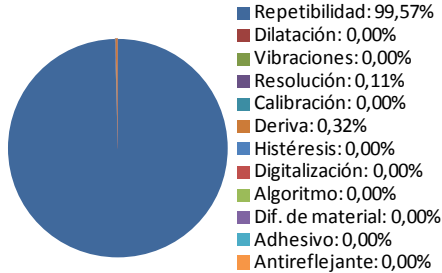
La Repetibilidad, compuesto de 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (99,57%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,87%) y la resolución (24,29%).

$108,227 \pm 2,134 \text{ mm}$

\bar{x} [mm]	108,227
U_c [mm]	1,067
GL	100
t_s	2,000
U_e [mm]	2,134



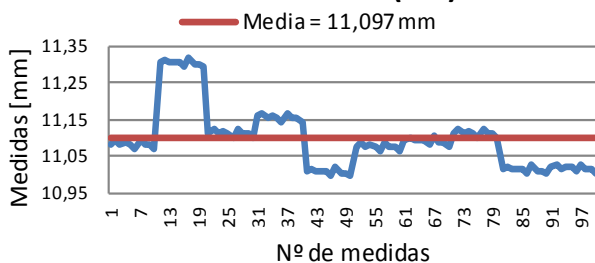
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



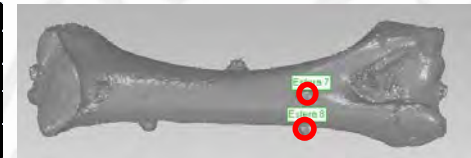
D4C - Distancia esf (7-8)



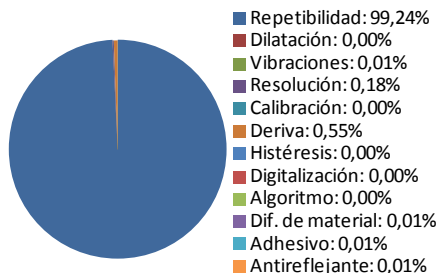
La Repetibilidad, compuesto de 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (99,24%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,96%) y la resolución (24,32%).

$11,097 \pm 1,614 \text{ mm}$

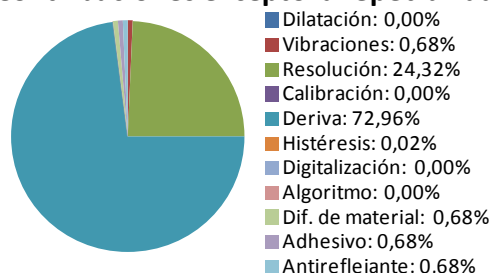
\bar{x} [mm]	11,097
U_c [mm]	0,807
GL	101
t_s	2,000
U_e [mm]	1,614



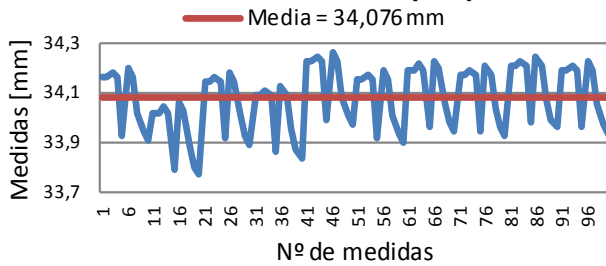
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



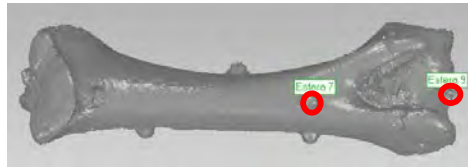
D4C - Distancia esf (7-9)



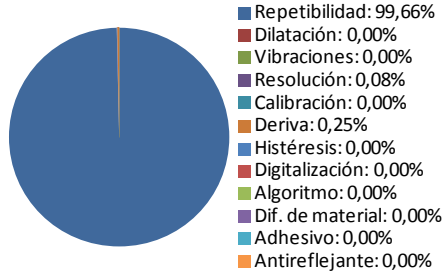
La Repetibilidad, compuesto de 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (99,66%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,95%) y la resolución (24,32%).

$34,076 \pm 2,416 \text{ mm}$

\bar{x} [mm]	34,076
U_c [mm]	1,208
GL	100
t_s	2,000
U_e [mm]	2,416



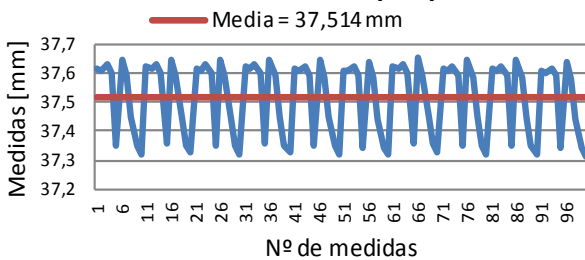
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D4C - Distancia esf (8-9)



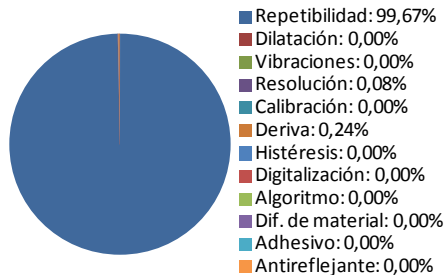
La Repetibilidad, compuesto de 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (99,67%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,95%) y la resolución (24,32%).

$37,514 \pm 2,446 \text{ mm}$

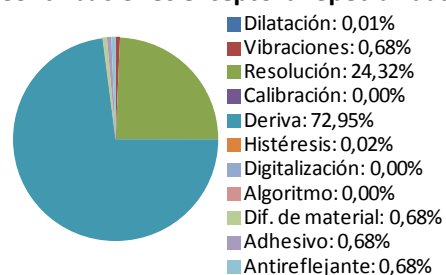
\bar{x} [mm]	37,514
U_c [mm]	1,223
GL	100
t_s	2,000
U_e [mm]	2,446



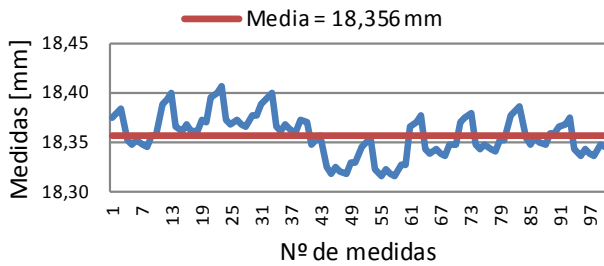
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



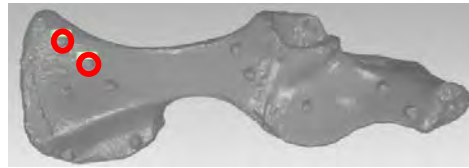
D5A - Distancia esf (1-2)



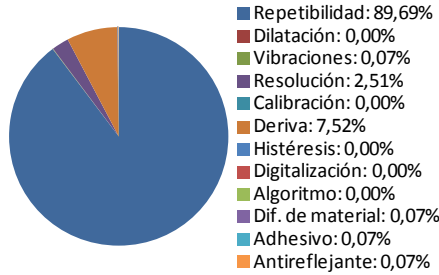
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (89,69%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,96%) y la resolución (24,32%).

$18,356 \pm 0,437 \text{ mm}$

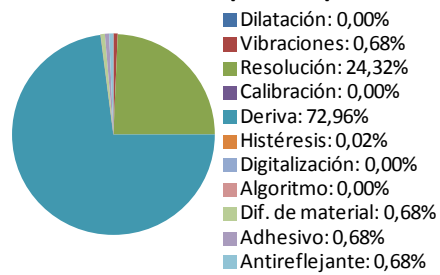
\bar{x} [mm]	18,356
U_c [mm]	0,219
GL	122
t_s	2,000
U_e [mm]	0,437



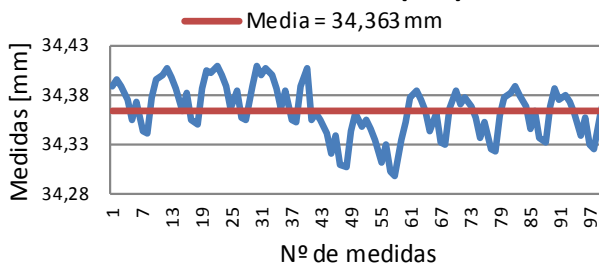
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D5A - Distancia esf (1-3)



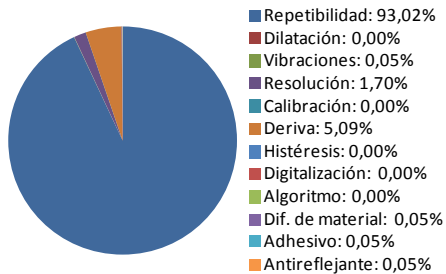
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (93,02%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,95%) y la resolución (24,32%).

$34,363 \pm 0,532 \text{ mm}$

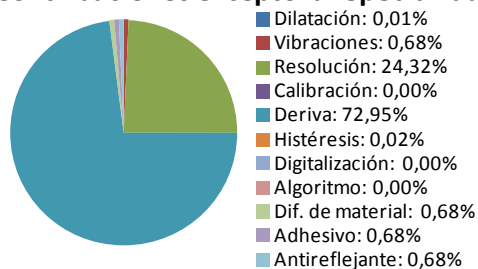
\bar{x} [mm]	34,363
U_c [mm]	0,266
GL	114
t_s	2,000
U_e [mm]	0,532



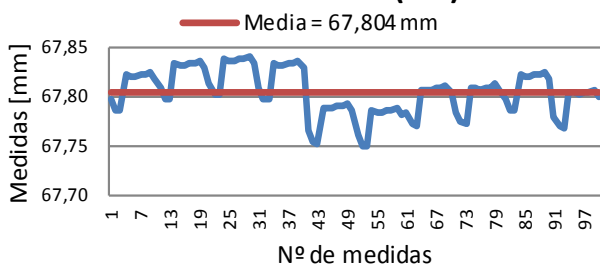
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D5A - Distancia esf (1-4)



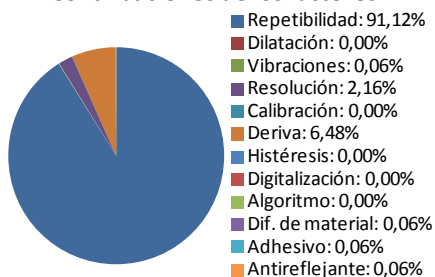
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (91,12%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,92%) y la resolución (24,31%).

$67,804 \pm 0,472 \text{ mm}$

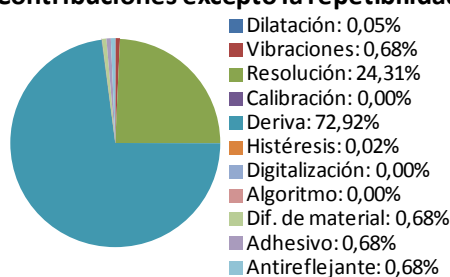
\bar{x} [mm]	67,804
U_c [mm]	0,236
GL	119
t_s	2,000
U_e [mm]	0,472



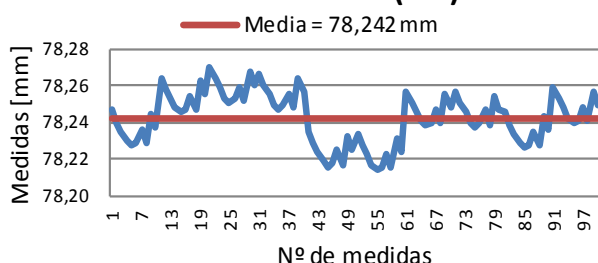
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D5A - Distancia esf (1-5)



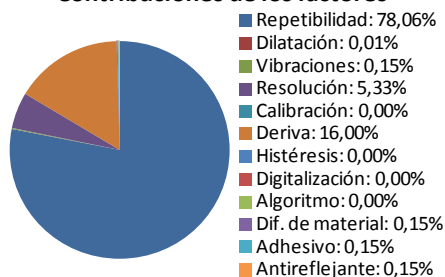
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (78,06%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,91%) y la resolución (24,30%).

$78,242 \pm 0,300 \text{ mm}$

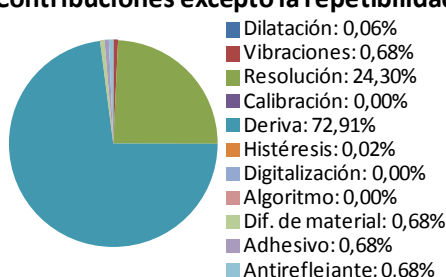
\bar{x} [mm]	78,242
U_c [mm]	0,150
GL	155
t_s	2,000
U_e [mm]	0,300



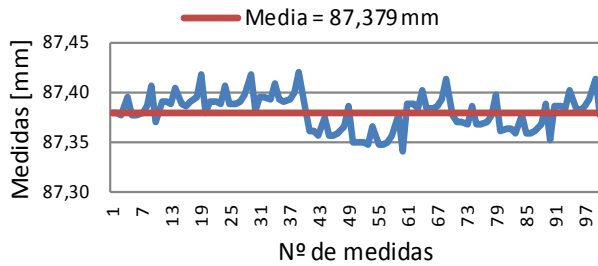
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



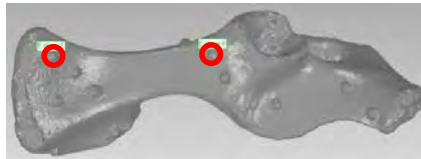
D5A - Distancia esf (1-6)



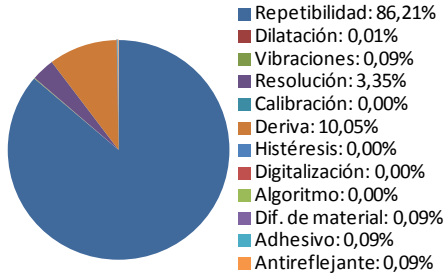
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (86,21%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,90%) y la resolución (24,30%).

$87,379 \pm 0,378 \text{ mm}$

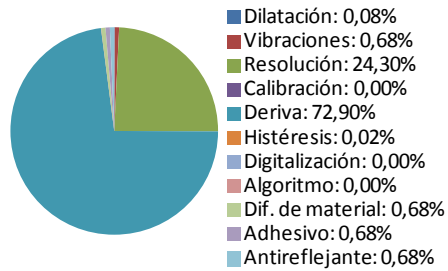
\bar{x} [mm]	87,379
U_c [mm]	0,189
GL	131
t_s	2,000
U_e [mm]	0,378



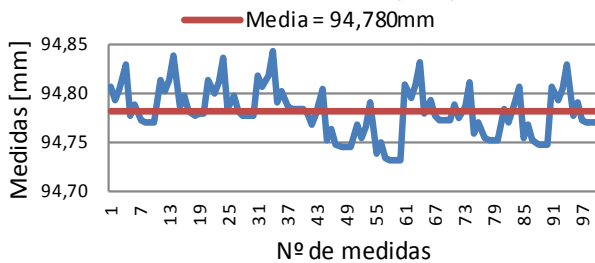
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D5A - Distancia esf (1-7)



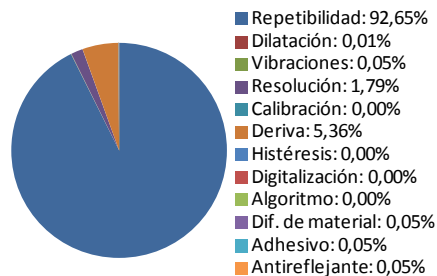
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (92,65%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,89%) y la resolución (24,30%).

$94,780 \pm 0,519 \text{ mm}$

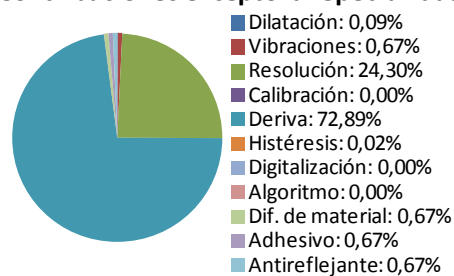
\bar{x} [mm]	94,780
U_c [mm]	0,259
GL	115
t_s	2,000
U_e [mm]	0,519



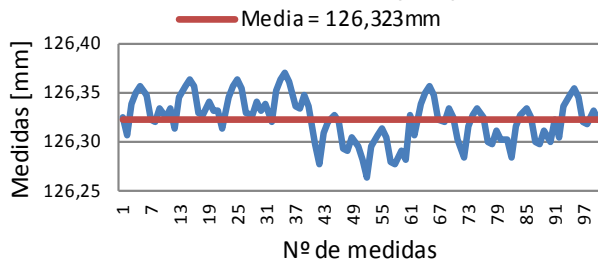
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D5A - Distancia esf (1-8)



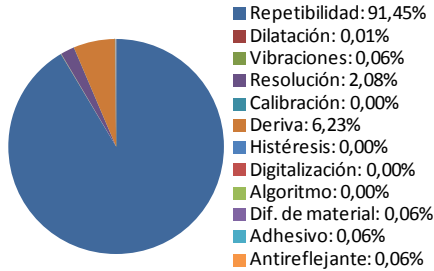
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (91,45%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,84%) y la resolución (24,28%).

$126,323 \pm 0,481 \text{ mm}$

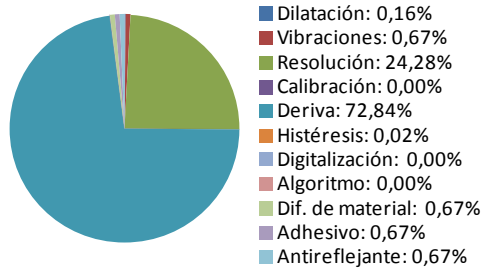
\bar{x} [mm]	126,323
U_c [mm]	0,240
GL	118
t_s	2,000
U_e [mm]	0,481



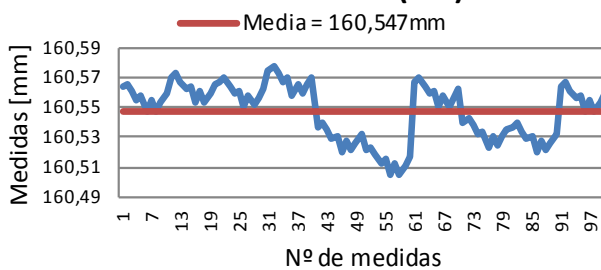
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D5A - Distancia esf (1-9)



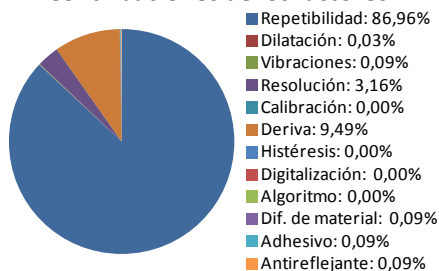
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (86,96%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,77%) y la resolución (24,26%).

$160,547 \pm 0,390 \text{ mm}$

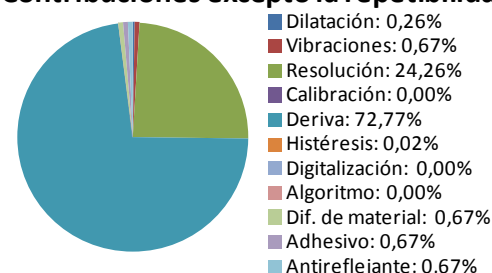
\bar{x} [mm]	160,547
U_c [mm]	0,195
GL	129
t_s	2,000
U_e [mm]	0,390



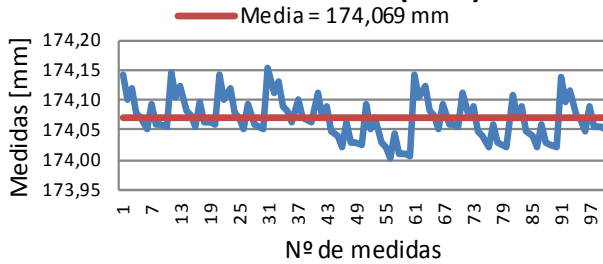
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D5A - Distancia esf (1-10)



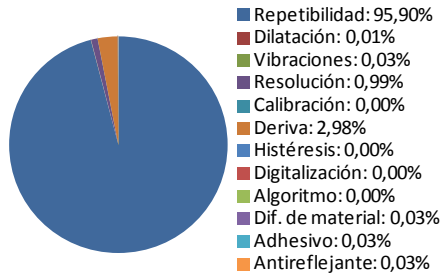
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (95,90%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,73%) y la resolución (24,24%).

$174,069 \pm 0,695 \text{ mm}$

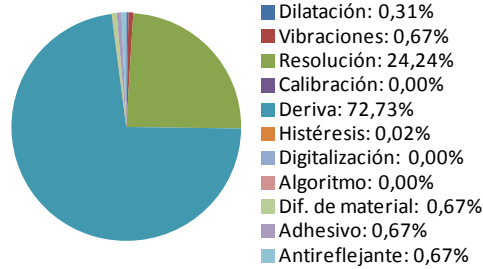
\bar{x} [mm]	174,069
U_c [mm]	0,347
GL	108
t_s	2,000
U_e [mm]	0,695



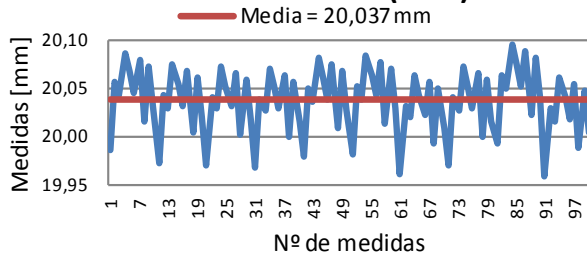
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D5A - Distancia esf (1-11)



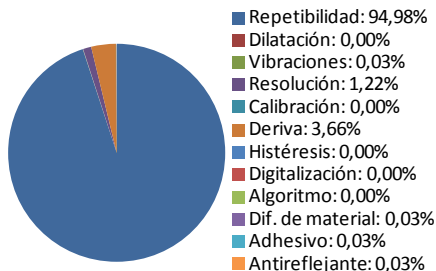
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (94,98%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,96%) y la resolución (24,32%).

$20,037 \pm 0,627 \text{ mm}$

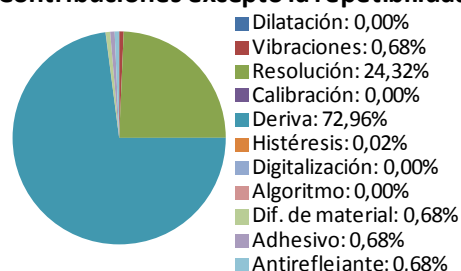
\bar{x} [mm]	20,037
U_c [mm]	0,314
GL	110
t_s	2,000
U_e [mm]	0,627



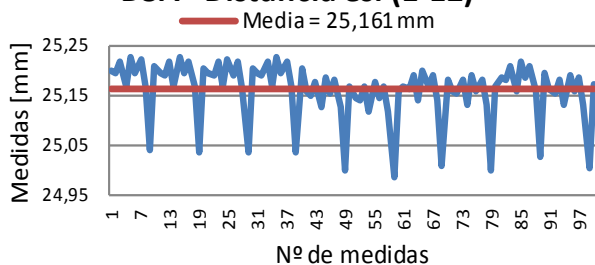
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



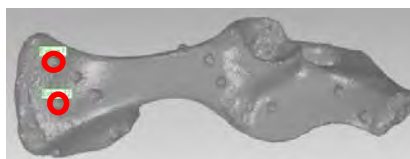
D5A - Distancia esf (1-12)



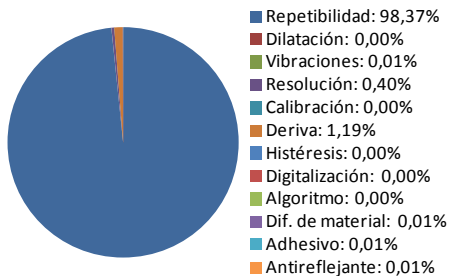
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (98,37%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,95%) y la resolución (24,32%).

$25,161 \pm 1,102 \text{ mm}$

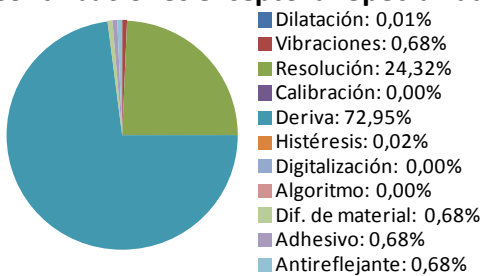
\bar{x} [mm]	25,161
U_c [mm]	0,551
GL	102
t_s	2,000
U_e [mm]	1,102



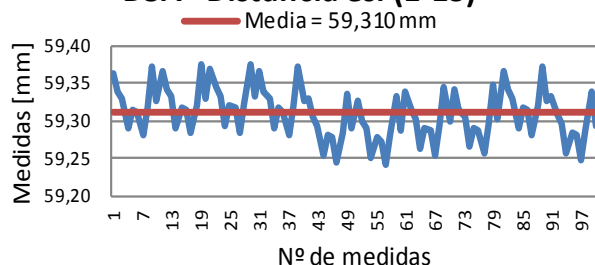
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



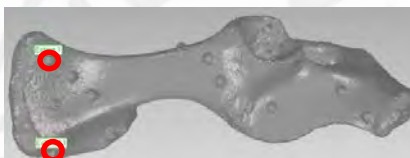
D5A - Distancia esf (1-13)



La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (95,19%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,93%) y la resolución (24,31%).

$59,310 \pm 0,641 \text{ mm}$

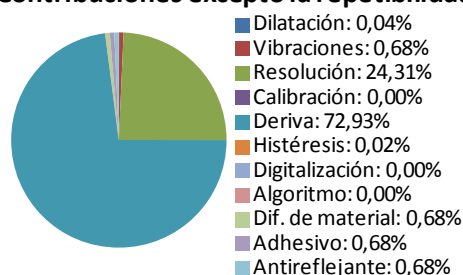
\bar{x} [mm]	59,310
U_c [mm]	0,320
GL	109
t_s	2,000
U_e [mm]	0,641

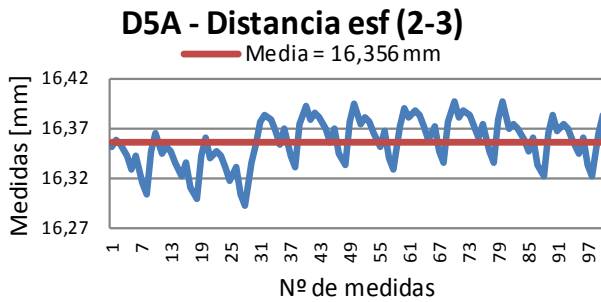


Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad





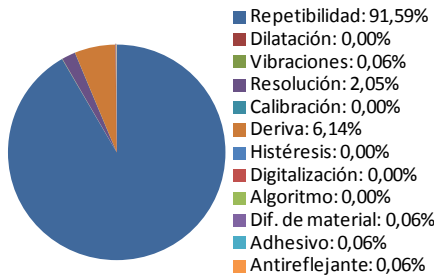
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (91,59%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,96%) y la resolución (24,32%).

$16,356 \pm 0,484 \text{ mm}$

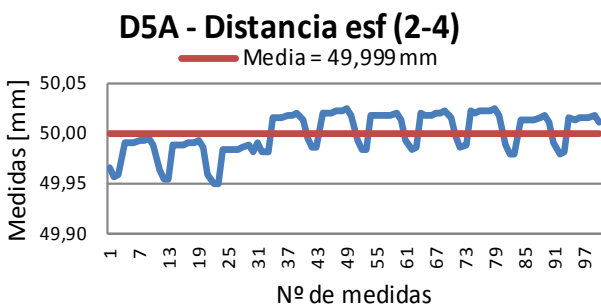
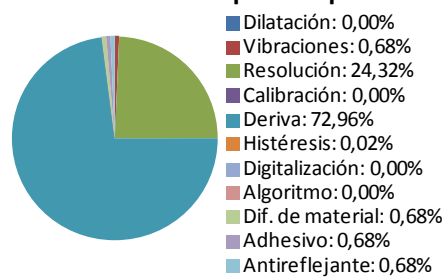
\bar{x} [mm]	16,356
U_c [mm]	0,242
GL	117
t_s	2,000
U_e [mm]	0,484



Contribuciones de los factores



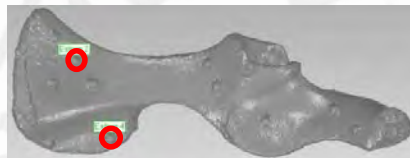
Contribuciones excepto la repetibilidad



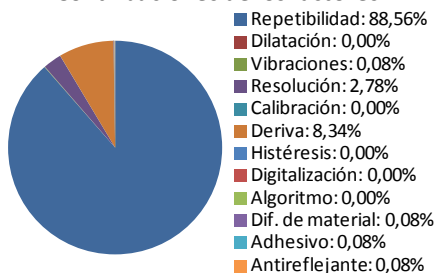
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (88,56%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,94%) y la resolución (24,31%).

$49,999 \pm 0,415 \text{ mm}$

\bar{x} [mm]	49,999
U_c [mm]	0,208
GL	125
t_s	2,000
U_e [mm]	0,415



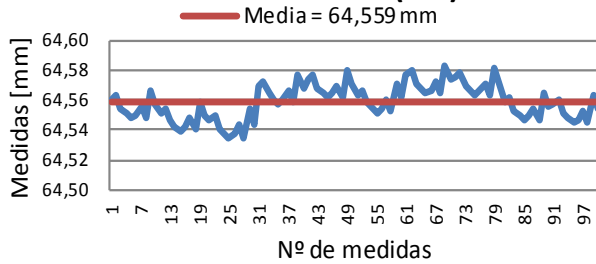
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D5A - Distancia esf (2-5)



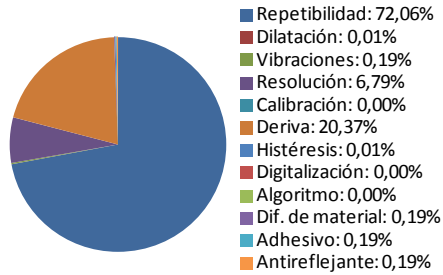
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (72,06%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,93%) y la resolución (24,31%).

$64,559 \pm 0,266 \text{ mm}$

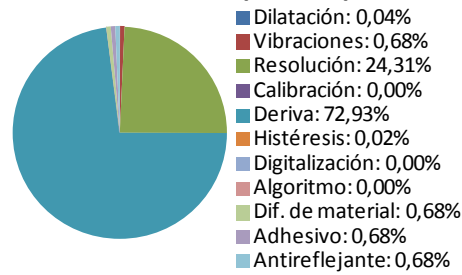
\bar{x} [mm]	64,559
U_c [mm]	0,133
GL	175
t_s	2,000
U_e [mm]	0,266



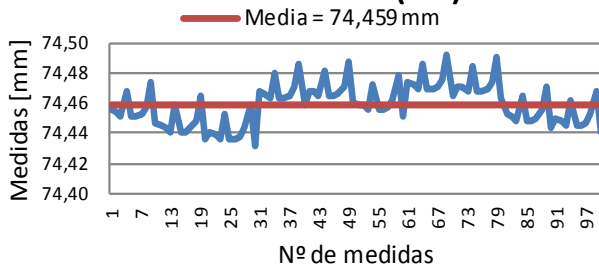
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D5A - Distancia esf (2-6)



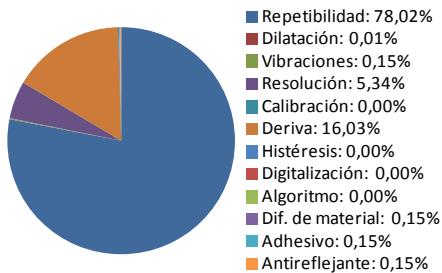
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (78,02%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,92%) y la resolución (24,31%).

$74,459 \pm 0,300 \text{ mm}$

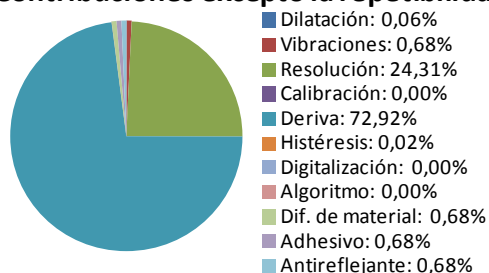
\bar{x} [mm]	74,459
U_c [mm]	0,150
GL	155
t_s	2,000
U_e [mm]	0,300



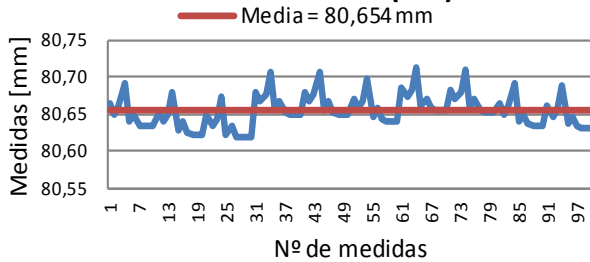
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D5A - Distancia esf (2-7)



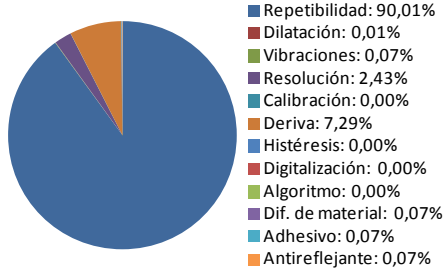
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (90,01%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,91%) y la resolución (24,30%).

$80,654 \pm 0,445 \text{ mm}$

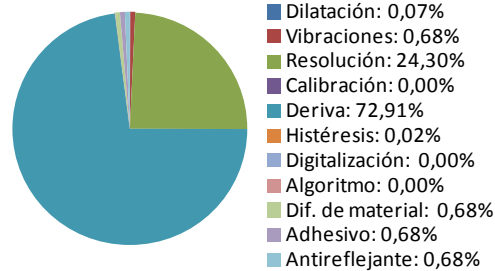
\bar{x} [mm]	80,654
U_c [mm]	0,222
GL	121
t_s	2,000
U_e [mm]	0,445



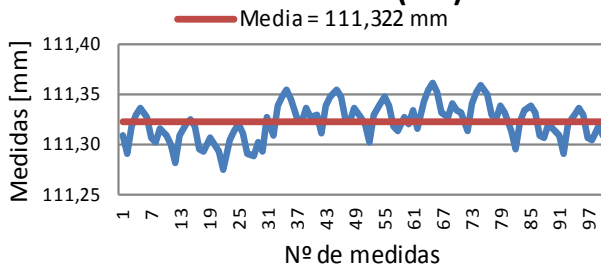
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D5A - Distancia esf (2-8)



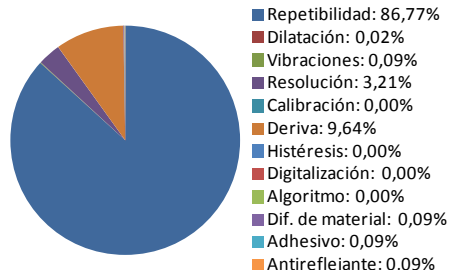
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (86,77%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,87%) y la resolución (24,29%).

$111,322 \pm 0,387 \text{ mm}$

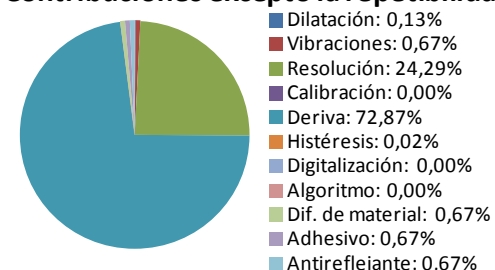
\bar{x} [mm]	111,322
U_c [mm]	0,193
GL	130
t_s	2,000
U_e [mm]	0,387



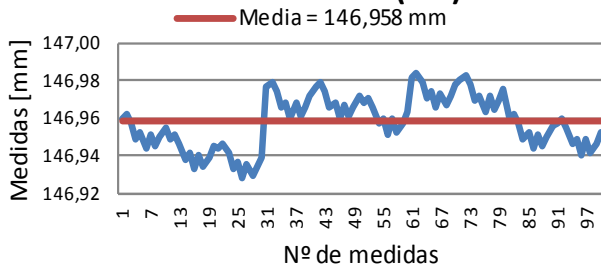
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



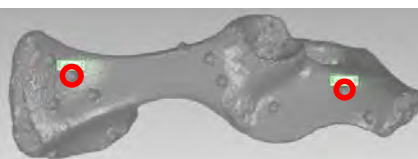
D5A - Distancia esf (2-9)



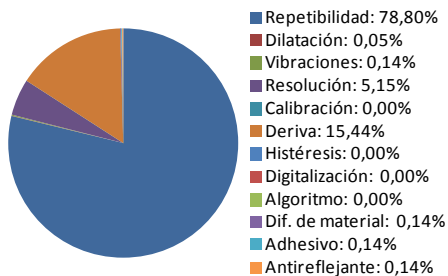
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (78,80%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,80%) y la resolución (24,27%).

$146,958 \pm 0,305 \text{ mm}$

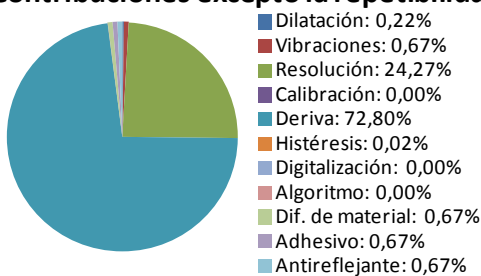
\bar{x} [mm]	146,958
U_c [mm]	0,153
GL	153
t_s	2,000
U_e [mm]	0,305



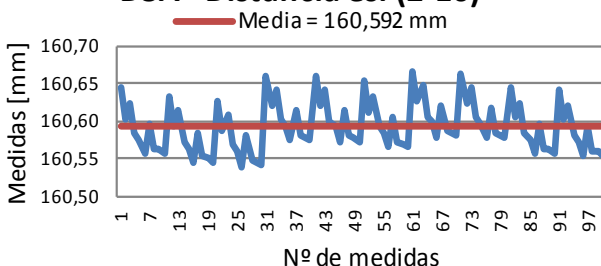
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D5A - Distancia esf (2-10)



La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (94,97%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,77%) y la resolución (24,26%).

$160,592 \pm 0,627 \text{ mm}$

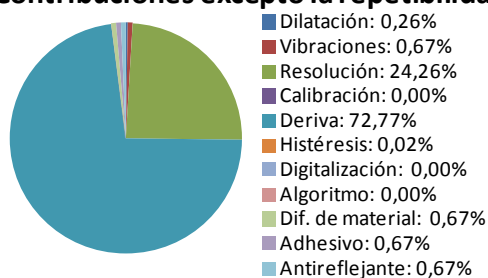
\bar{x} [mm]	160,592
U_c [mm]	0,314
GL	110
t_s	2,000
U_e [mm]	0,627



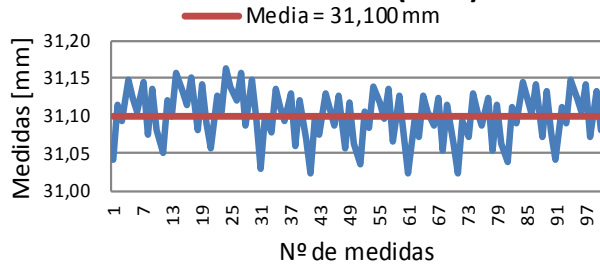
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



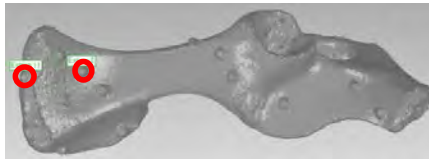
D5A - Distancia esf (2-11)



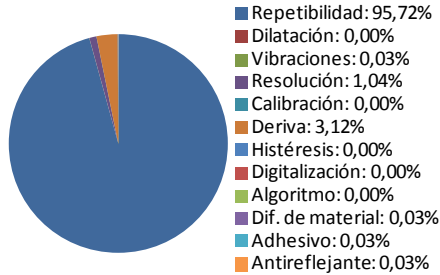
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (95,72%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,95%) y la resolución (24,32%).

$31,100 \pm 0,679 \text{ mm}$

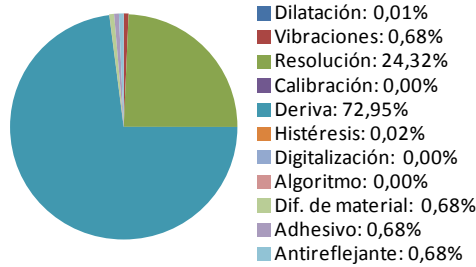
\bar{x} [mm]	31,100
U_c [mm]	0,340
GL	108
t_s	2,000
U_e [mm]	0,679



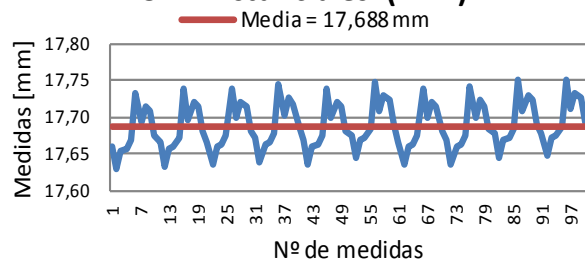
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



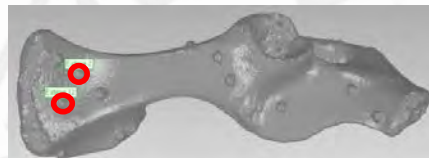
D5A - Distancia esf (2-12)



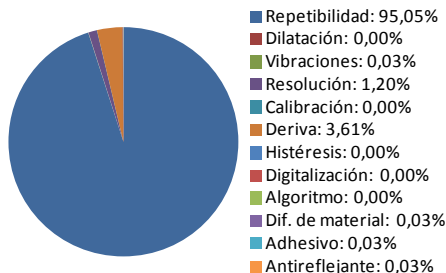
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (95,05%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,96%) y la resolución (24,32%).

$17,688 \pm 0,631 \text{ mm}$

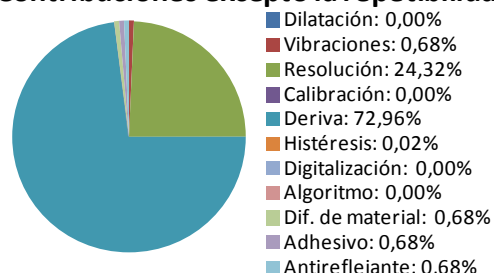
\bar{x} [mm]	17,688
U_c [mm]	0,316
GL	109
t_s	2,000
U_e [mm]	0,631



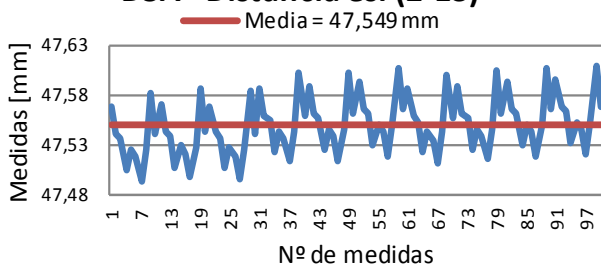
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



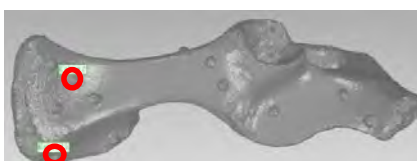
D5A - Distancia esf (2-13)



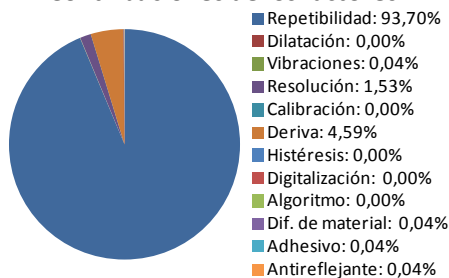
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (93,70%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,94%) y la resolución (24,31%).

$47,549 \pm 0,560 \text{ mm}$

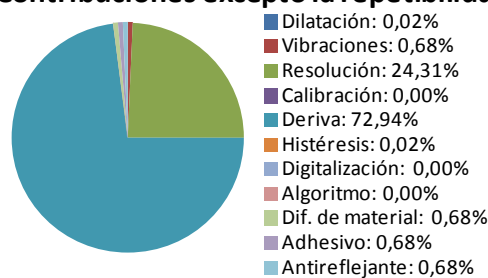
\bar{x} [mm]	47,549
U_c [mm]	0,280
GL	112
t_s	2,000
U_e [mm]	0,560



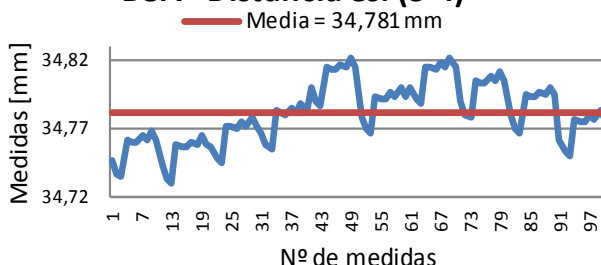
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D5A - Distancia esf (3-4)



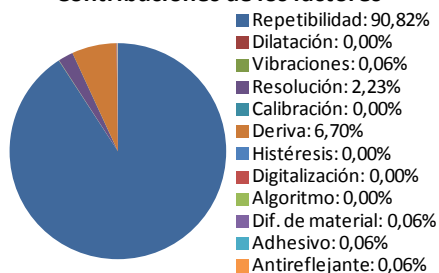
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (90,82%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,95%) y la resolución (24,32%).

$34,781 \pm 0,464 \text{ mm}$

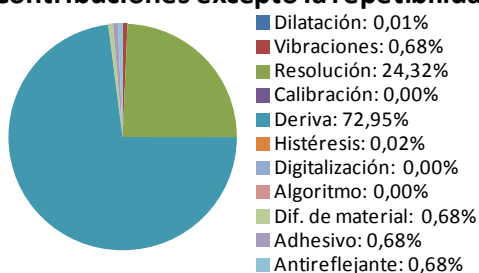
\bar{x} [mm]	34,781
U_c [mm]	0,232
GL	119
t_s	2,000
U_e [mm]	0,464



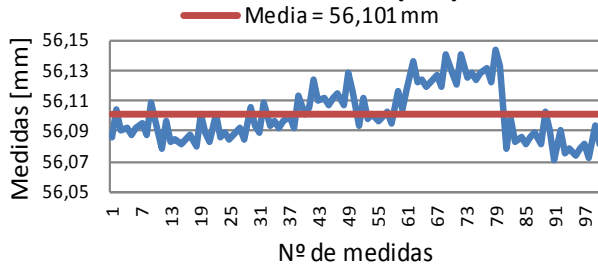
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D5A - Distancia esf (3-5)



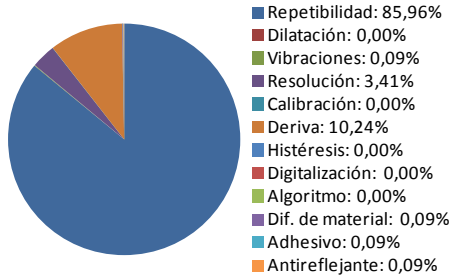
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (85,96%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,93%) y la resolución (24,31%).

$56,101 \pm 0,375 \text{ mm}$

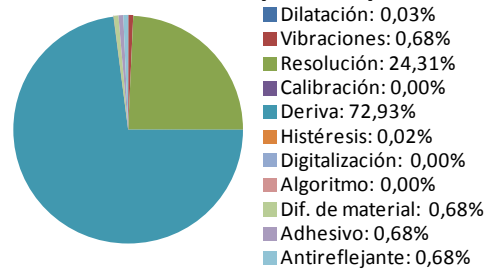
\bar{x} [mm]	56,101
U_c [mm]	0,187
GL	132
t_s	2,000
U_e [mm]	0,375



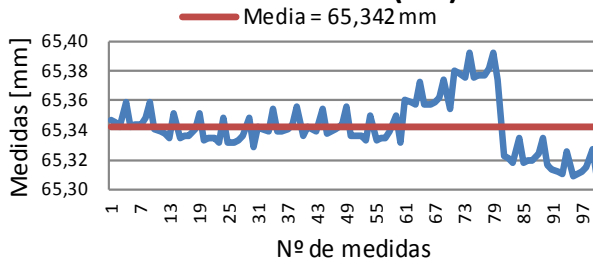
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D5A - Distancia esf (3-6)



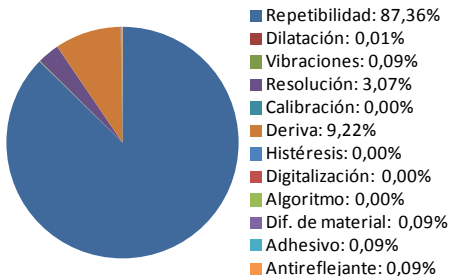
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (87,36%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,93%) y la resolución (24,31%).

$65,342 \pm 0,395 \text{ mm}$

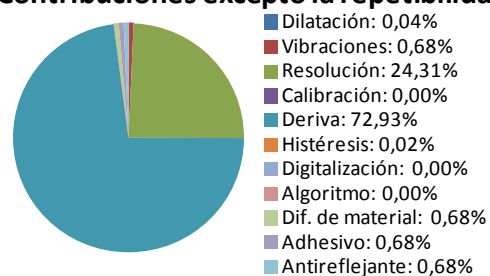
\bar{x} [mm]	65,342
U_c [mm]	0,198
GL	128
t_s	2,000
U_e [mm]	0,395



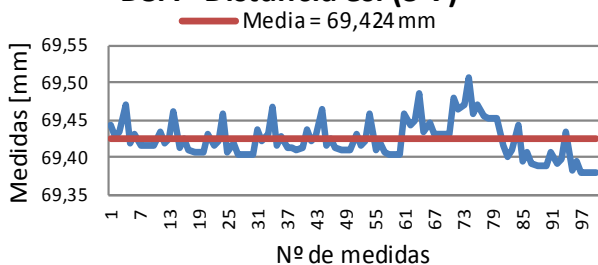
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



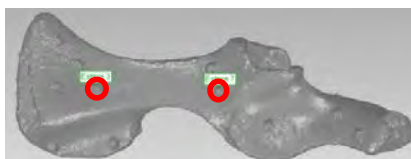
D5A - Distancia esf (3-7)



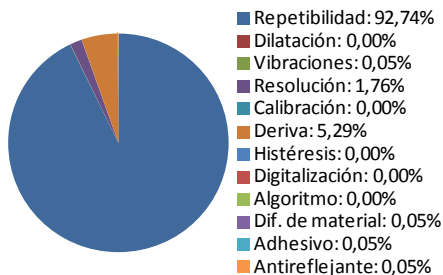
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (92,74%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,92%) y la resolución (24,31%).

$69,424 \pm 0,522 \text{ mm}$

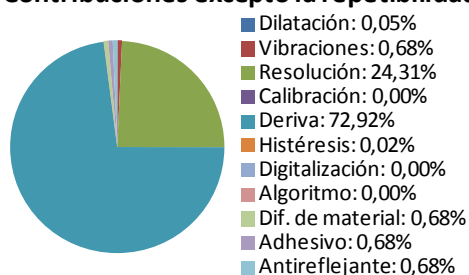
\bar{x} [mm]	69,424
U_c [mm]	0,261
GL	115
t_s	2,000
U_e [mm]	0,522



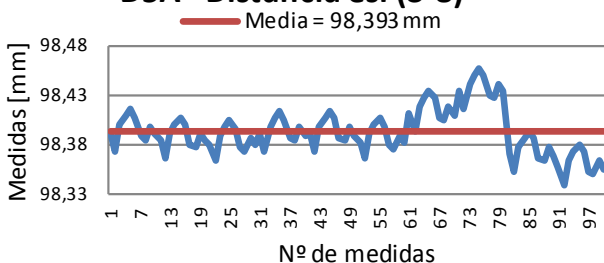
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D5A - Distancia esf (3-8)



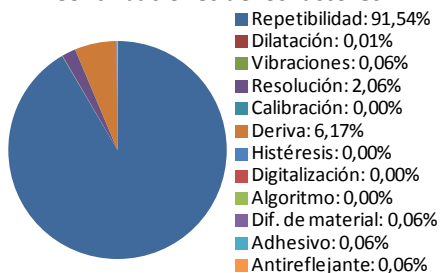
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (91,54%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,89%) y la resolución (24,30%).

$98,393 \pm 0,483 \text{ mm}$

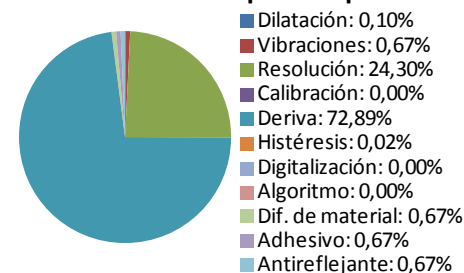
\bar{x} [mm]	98,393
U_c [mm]	0,242
GL	118
t_s	2,000
U_e [mm]	0,483



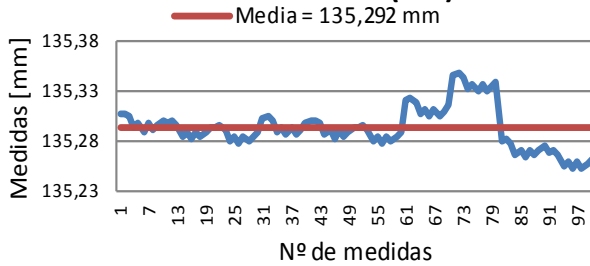
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D5A - Distancia esf (3-9)



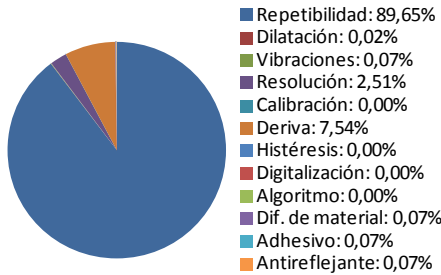
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (89,65%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,82%) y la resolución (24,27%).

$135,292 \pm 0,437 \text{ mm}$

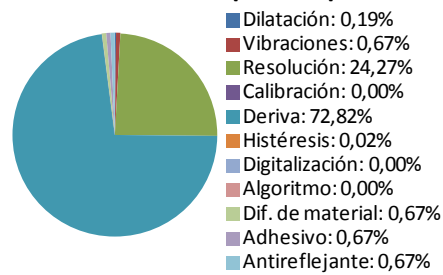
\bar{x} [mm]	135,292
U_c [mm]	0,219
GL	122
t_s	2,000
U_e [mm]	0,437



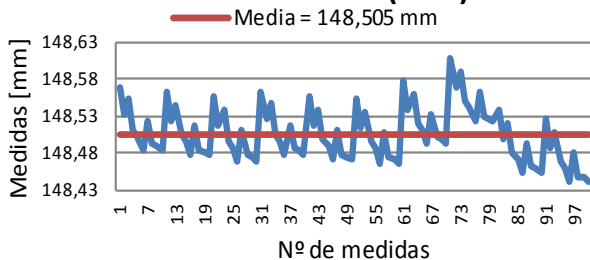
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



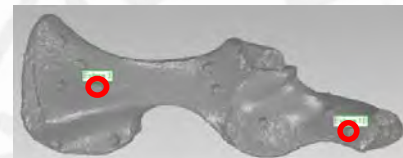
D5A - Distancia esf (3-10)



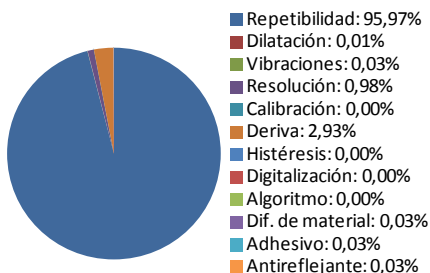
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (95,97%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,79%) y la resolución (24,26%).

$148,505 \pm 0,701 \text{ mm}$

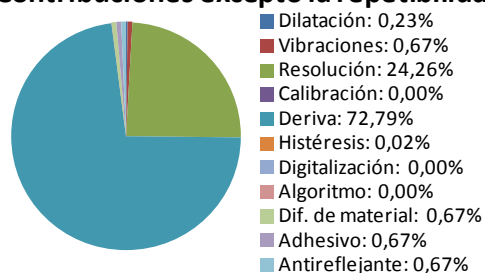
\bar{x} [mm]	148,505
U_c [mm]	0,350
GL	107
t_s	2,000
U_e [mm]	0,701



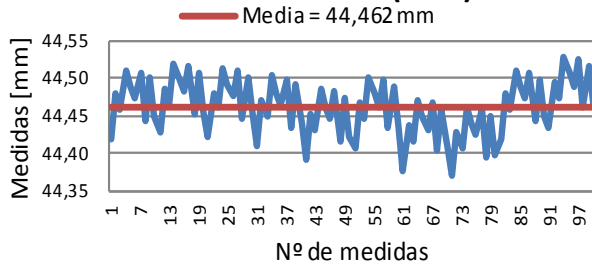
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D5A - Distancia esf (3-11)



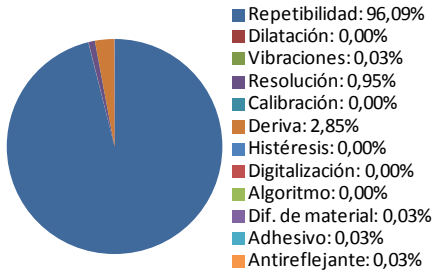
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (96,09%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,94%) y la resolución (24,31%).

$44,462 \pm 0,710 \text{ mm}$

\bar{x} [mm]	44,462
U_c [mm]	0,355
GL	107
t_s	2,000
U_e [mm]	0,710



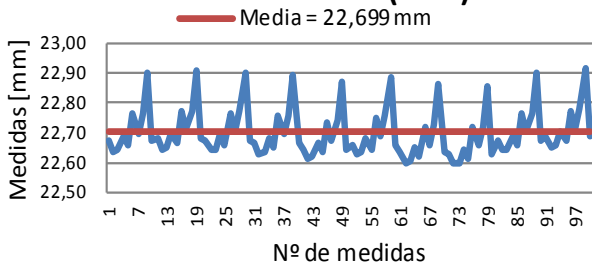
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D5A - Distancia esf (3-12)



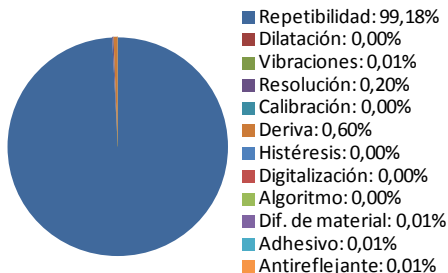
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (99,18%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,95%) y la resolución (24,32%).

$22,699 \pm 1,549 \text{ mm}$

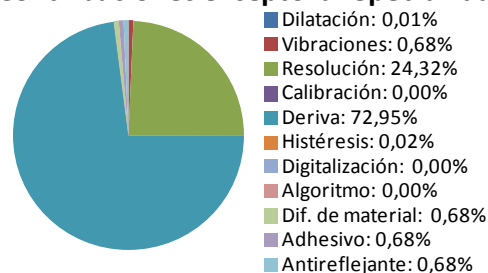
\bar{x} [mm]	22,699
U_c [mm]	0,775
GL	101
t_s	2,000
U_e [mm]	1,549



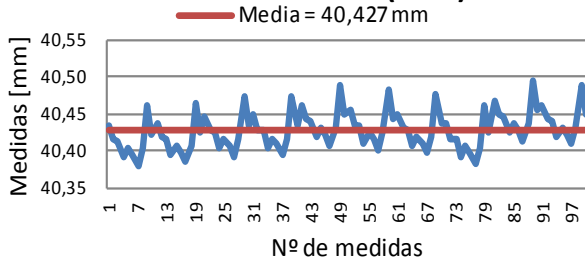
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D5A - Distancia esf (3-13)



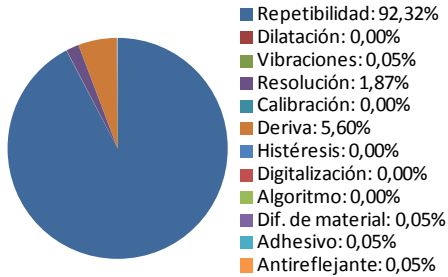
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (92,32%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,95%) y la resolución (24,32%).

$40,427 \pm 0,507 \text{ mm}$

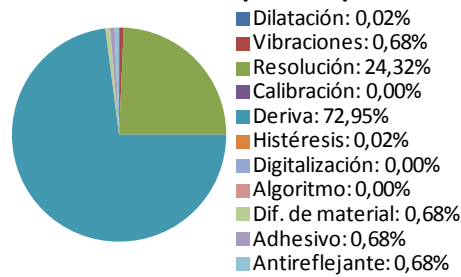
\bar{x} [mm]	40,427
U_c [mm]	0,253
GL	116
t_s	2,000
U_e [mm]	0,507



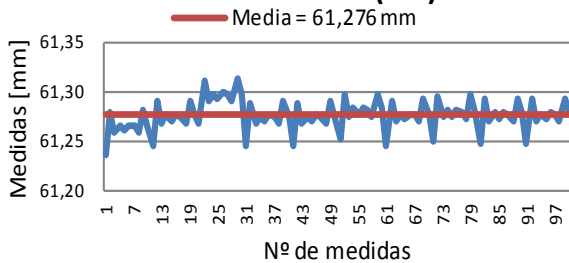
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D5A - Distancia esf (4-5)



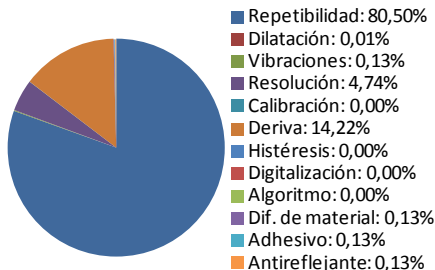
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (80,50%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,93%) y la resolución (24,31%).

$61,276 \pm 0,318 \text{ mm}$

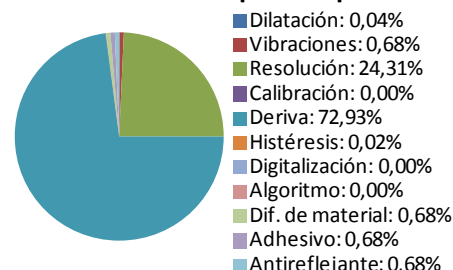
\bar{x} [mm]	61,276
U_c [mm]	0,159
GL	148
t_s	2,000
U_e [mm]	0,318



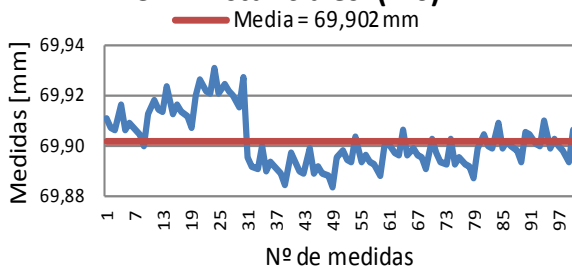
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D5A - Distancia esf (4-6)



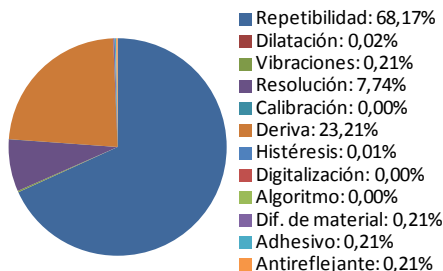
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (68,17%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,92%) y la resolución (24,31%).

$69,902 \pm 0,249 \text{ mm}$

\bar{x} [mm]	69,902
U_c [mm]	0,125
GL	189
t_s	2,000
U_e [mm]	0,249



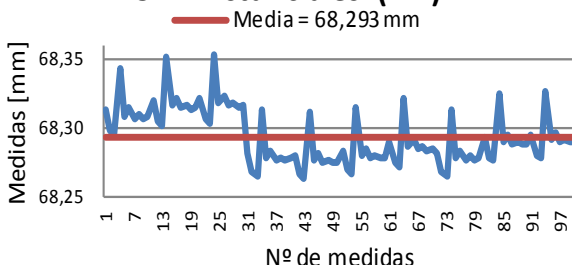
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D5A - Distancia esf (4-7)



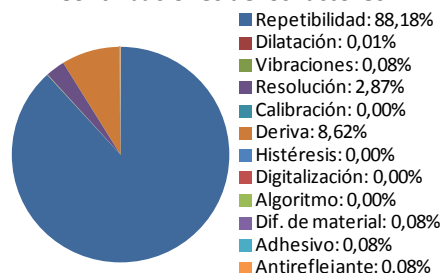
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (88,18%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,92%) y la resolución (24,31%).

$68,293 \pm 0,409 \text{ mm}$

\bar{x} [mm]	68,293
U_c [mm]	0,204
GL	126
t_s	2,000
U_e [mm]	0,409



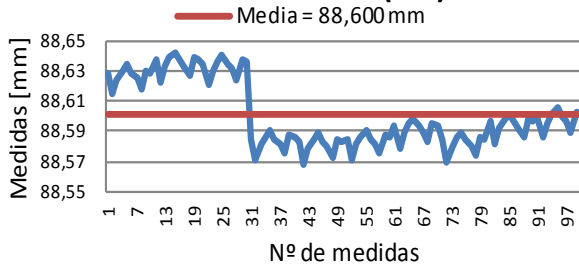
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D5A - Distancia esf (4-8)



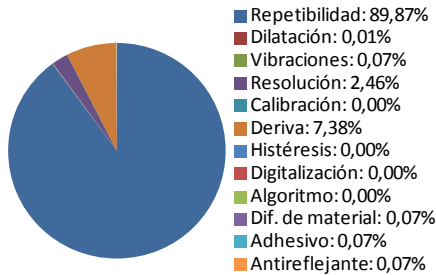
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (89,87%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,90%) y la resolución (24,30%).

$88,600 \pm 0,442 \text{ mm}$

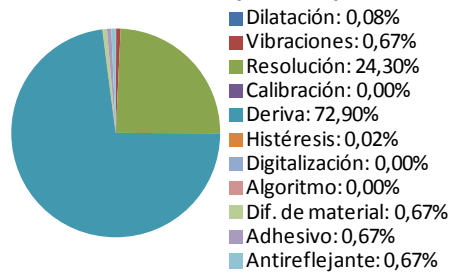
\bar{x} [mm]	88,600
U_c [mm]	0,221
GL	122
t_s	2,000
U_e [mm]	0,442



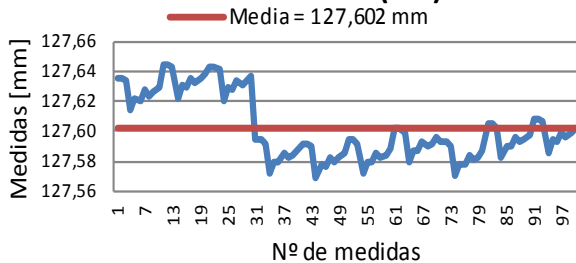
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D5A - Distancia esf (4-9)



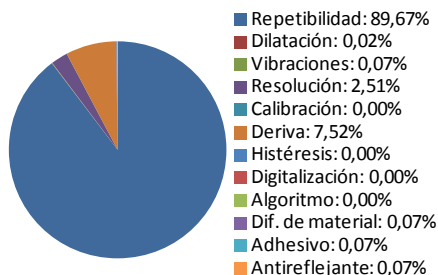
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (89,67%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,84%) y la resolución (24,28%).

$127,602 \pm 0,437 \text{ mm}$

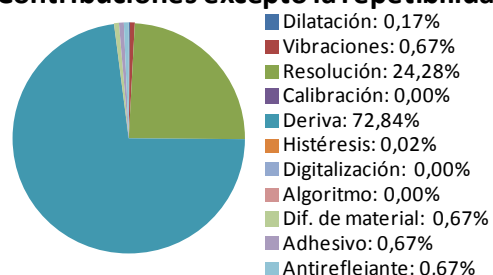
\bar{x} [mm]	127,602
U_c [mm]	0,219
GL	122
t_s	2,000
U_e [mm]	0,437



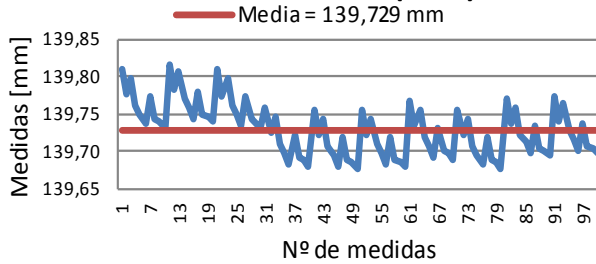
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



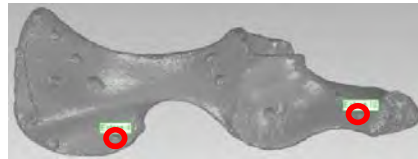
D5A - Distancia esf (4-10)



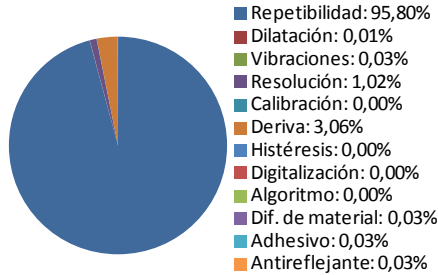
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (95,80%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,81%) y la resolución (24,27%).

$139,729 \pm 0,686 \text{ mm}$

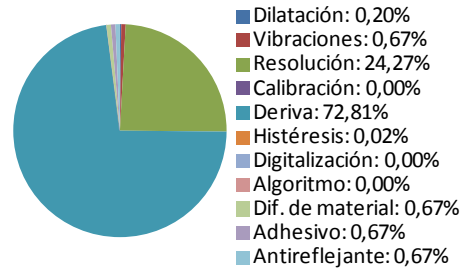
\bar{x} [mm]	139,729
U_c [mm]	0,343
GL	108
t_s	2,000
U_e [mm]	0,686



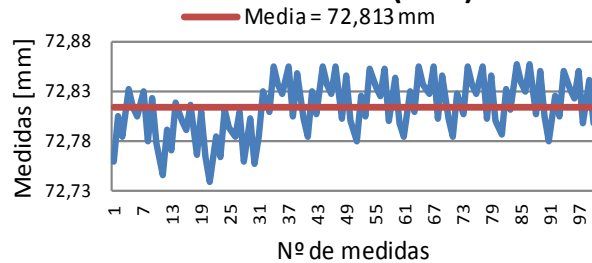
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D5A - Distancia esf (4-11)



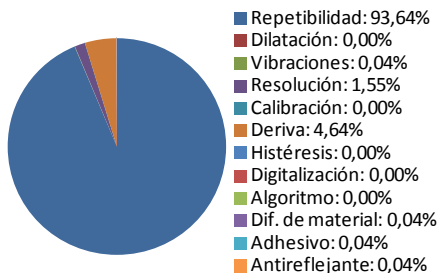
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (93,64%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,92%) y la resolución (24,31%).

$72,813 \pm 0,557 \text{ mm}$

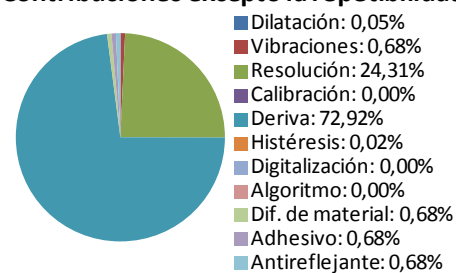
\bar{x} [mm]	72,813
U_c [mm]	0,279
GL	113
t_s	2,000
U_e [mm]	0,557



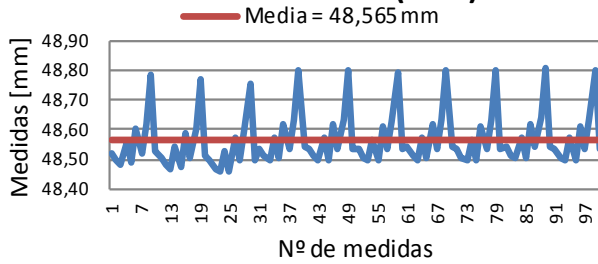
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D5A - Distancia esf (4-12)



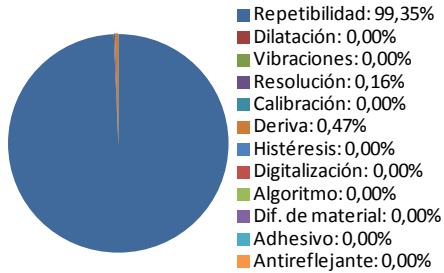
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (99,35%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,94%) y la resolución (24,31%).

$48,565 \pm 1,744 \text{ mm}$

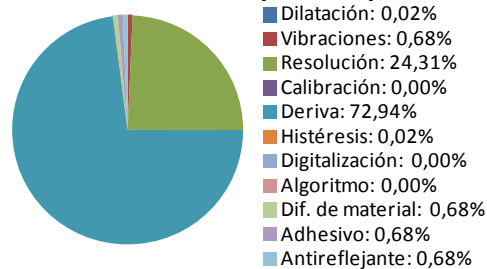
\bar{x} [mm]	48,565
U_c [mm]	0,872
GL	100
t_s	2,000
U_e [mm]	1,744



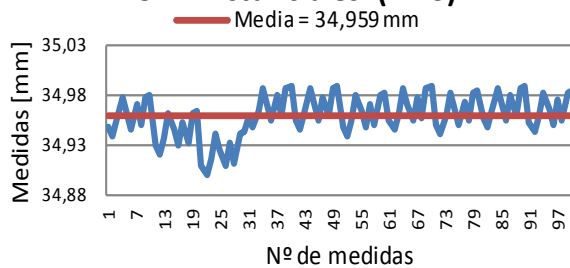
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



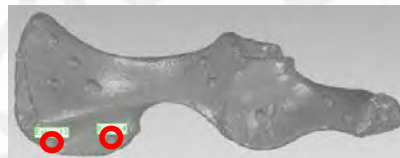
D5A - Distancia esf (4-13)



La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (88,73%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,95%) y la resolución (24,32%).

$34,959 \pm 0,419 \text{ mm}$

\bar{x} [mm]	34,959
U_c [mm]	0,209
GL	125
t_s	2,000
U_e [mm]	0,419

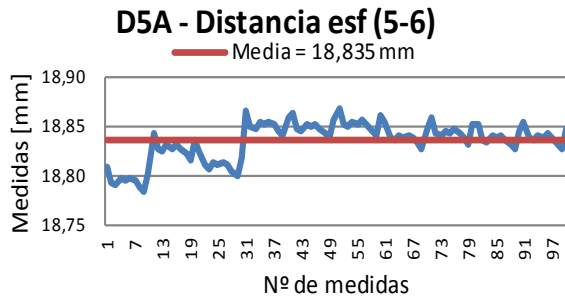


Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad





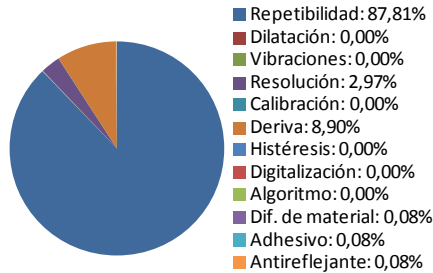
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (87,81%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,96%) y la resolución (24,32%).

$18,835 \pm 0,402 \text{ mm}$

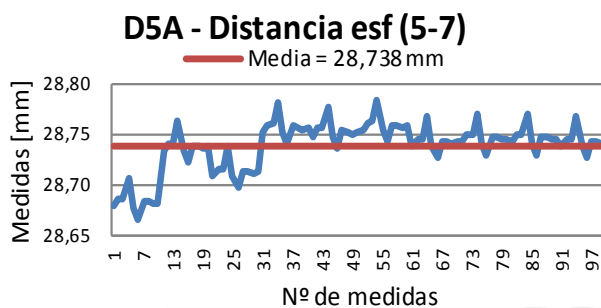
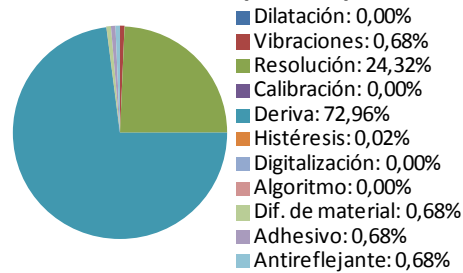
\bar{x} [mm]	18,835
U_c [mm]	0,201
GL	127
t_s	2,000
U_e [mm]	0,402



Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



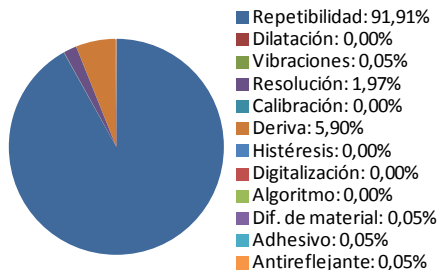
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (91,91%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,95%) y la resolución (24,32%).

$28,738 \pm 0,494 \text{ mm}$

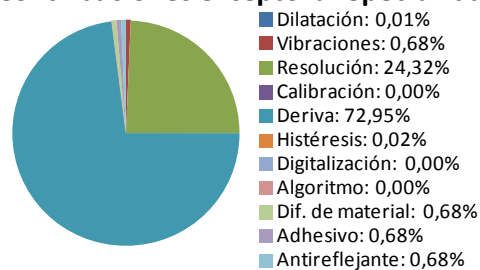
\bar{x} [mm]	28,738
U_c [mm]	0,247
GL	117
t_s	2,000
U_e [mm]	0,494



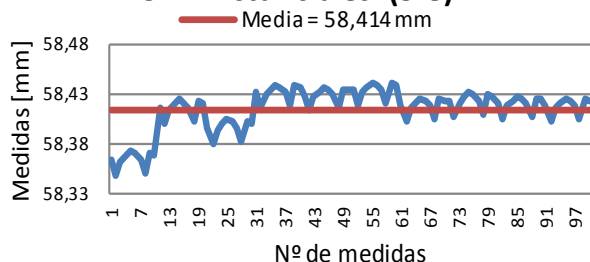
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D5A - Distancia esf (5-8)



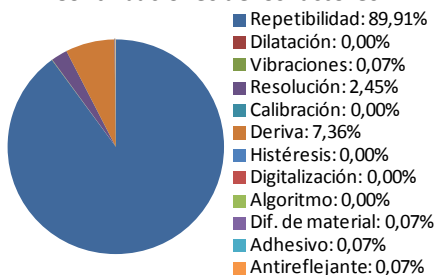
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (89,91%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,93%) y la resolución (24,31%).

$58,414 \pm 0,442 \text{ mm}$

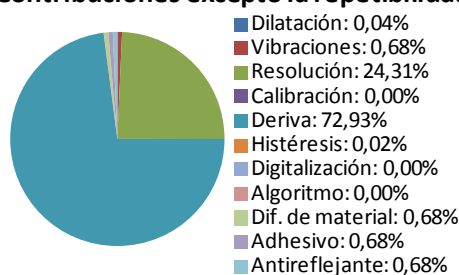
\bar{x} [mm]	58,414
U_c [mm]	0,221
GL	122
t_s	2,000
U_e [mm]	0,442



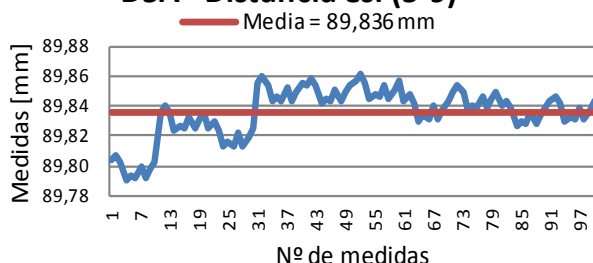
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D5A - Distancia esf (5-9)



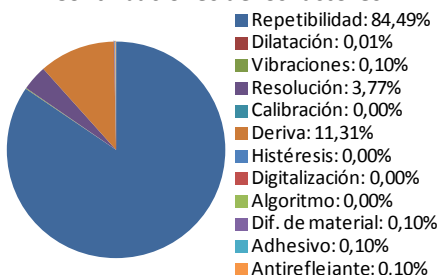
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (84,49%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,90%) y la resolución (24,30%).

$89,836 \pm 0,357 \text{ mm}$

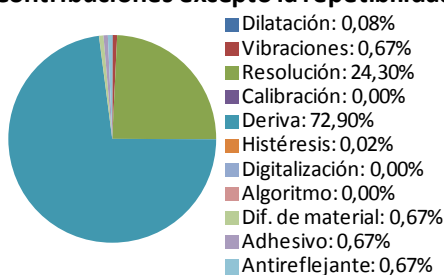
\bar{x} [mm]	89,836
U_c [mm]	0,178
GL	136
t_s	2,000
U_e [mm]	0,357



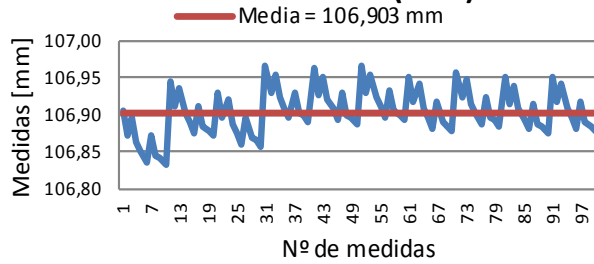
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D5A - Distancia esf (5-10)



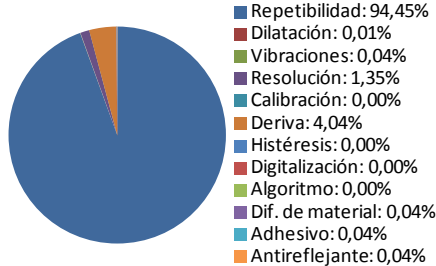
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (94,45%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,87%) y la resolución (24,29%).

$106,903 \pm 0,597 \text{ mm}$

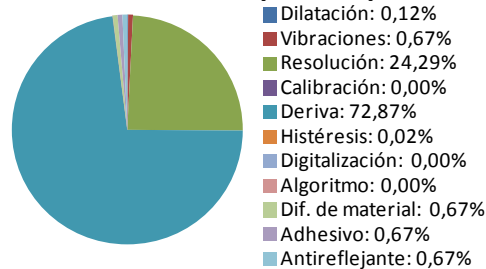
\bar{x} [mm]	106,903
U_c [mm]	0,298
GL	111
t_s	2,000
U_e [mm]	0,597



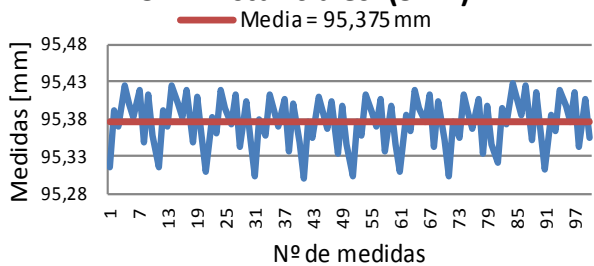
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D5A - Distancia esf (5-11)



La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (95,44%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,89%) y la resolución (24,30%).

$95,375 \pm 0,658 \text{ mm}$

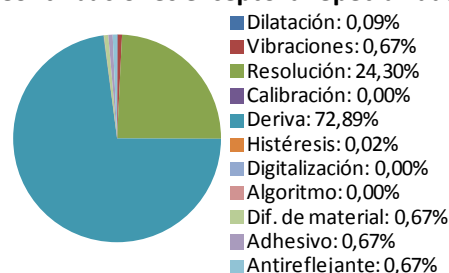
\bar{x} [mm]	95,375
U_c [mm]	0,329
GL	109
t_s	2,000
U_e [mm]	0,658



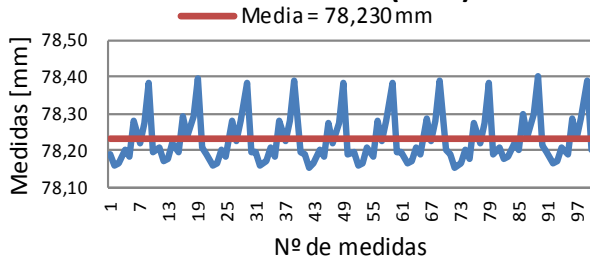
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



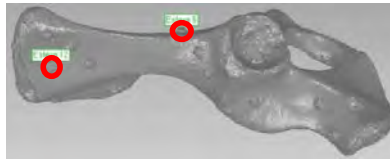
D5A - Distancia esf (5-12)



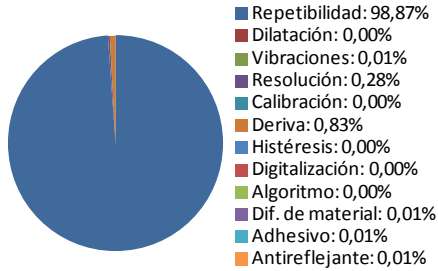
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (98,87%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,91%) y la resolución (24,30%).

$78,230 \pm 1,320 \text{ mm}$

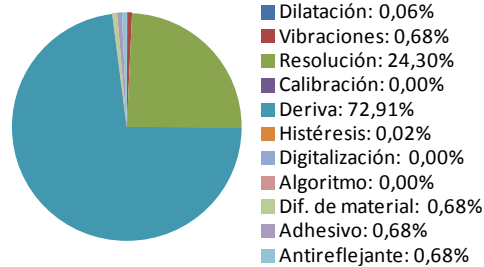
\bar{x} [mm]	78,230
U_c [mm]	0,660
GL	101
t_s	2,000
U_e [mm]	1,320



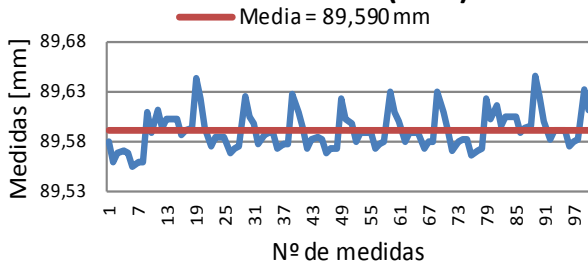
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D5A - Distancia esf (5-13)



La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (87,32%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,90%) y la resolución (24,30%).

$89,590 \pm 0,395 \text{ mm}$

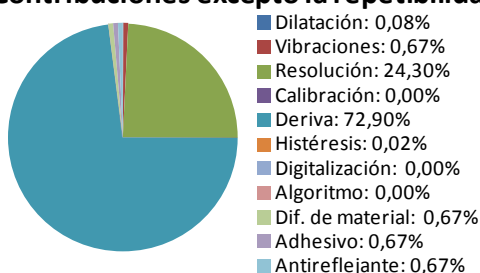
\bar{x} [mm]	89,590
U_c [mm]	0,197
GL	128
t_s	2,000
U_e [mm]	0,395



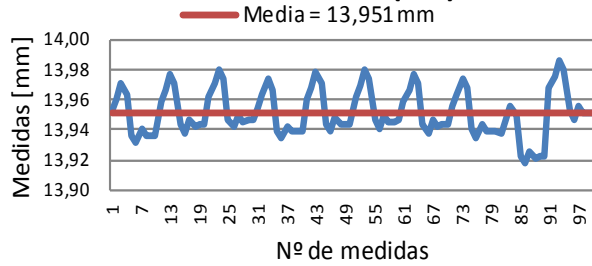
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D5A - Distancia esf (6-7)



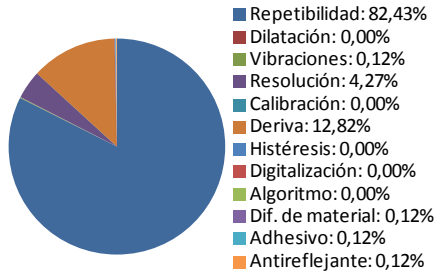
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (82,43%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,96%) y la resolución (24,32%).

$13,951 \pm 0,335 \text{ mm}$

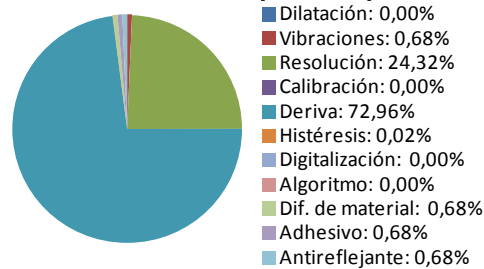
\bar{x} [mm]	13,951
U_c [mm]	0,168
GL	142
t_s	2,000
U_e [mm]	0,335



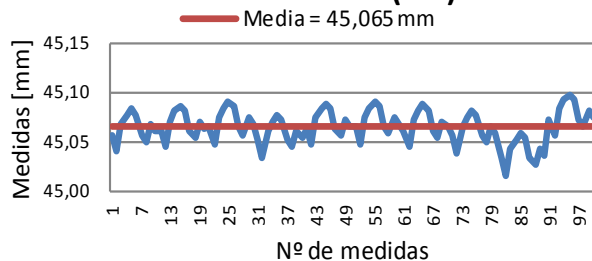
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D5A - Distancia esf (6-8)



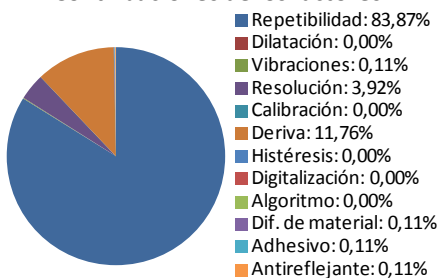
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (83,87%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,94%) y la resolución (24,31%).

$45,065 \pm 0,350 \text{ mm}$

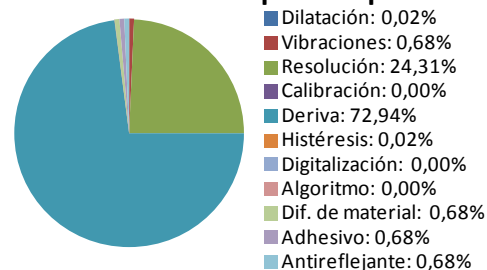
\bar{x} [mm]	45,065
U_c [mm]	0,175
GL	138
t_s	2,000
U_e [mm]	0,350

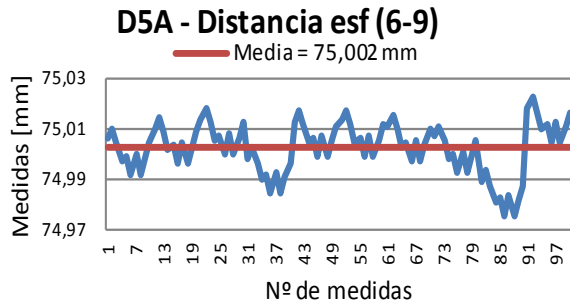


Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad





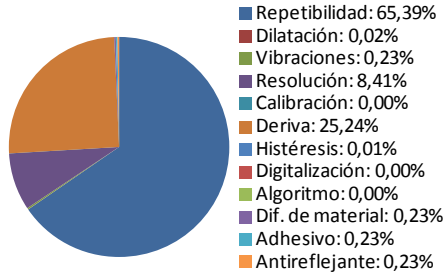
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (65,39%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,92%) y la resolución (24,31%).

$75,002 \pm 0,239 \text{ mm}$

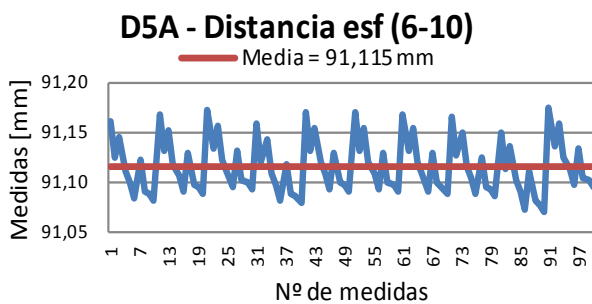
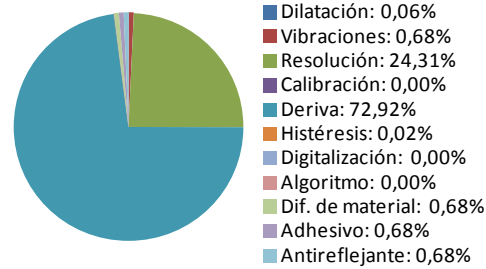
\bar{x} [mm]	75,002
U_c [mm]	0,119
GL	199
t_s	2,000
U_e [mm]	0,239



Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



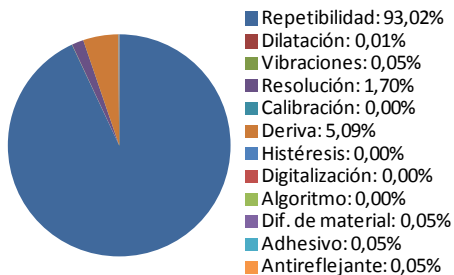
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (93,02%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,90%) y la resolución (24,30%).

$91,115 \pm 0,532 \text{ mm}$

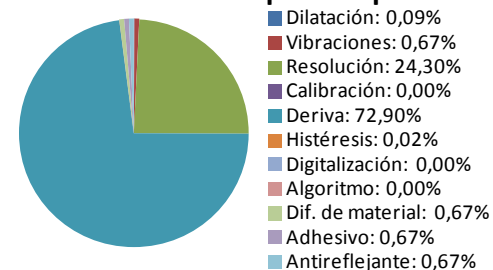
\bar{x} [mm]	91,115
U_c [mm]	0,266
GL	114
t_s	2,000
U_e [mm]	0,532



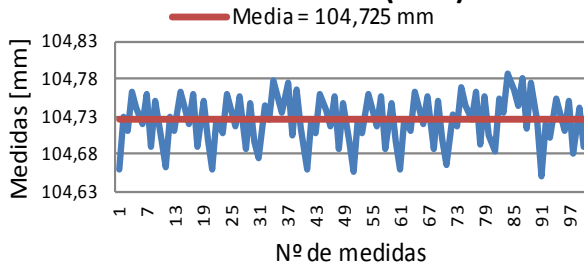
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D5A - Distancia esf (6-11)



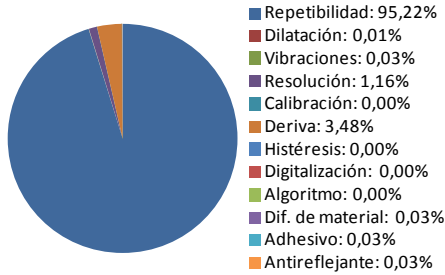
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (95,22%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,88%) y la resolución (24,29%).

$104,725 \pm 0,643 \text{ mm}$

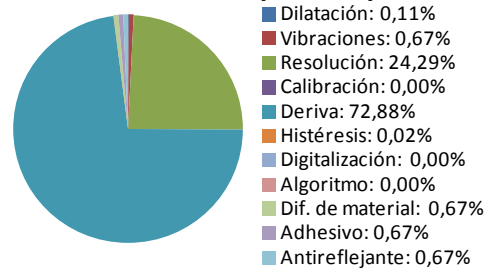
\bar{x} [mm]	104,725
U_c [mm]	0,322
GL	109
t_s	2,000
U_e [mm]	0,643



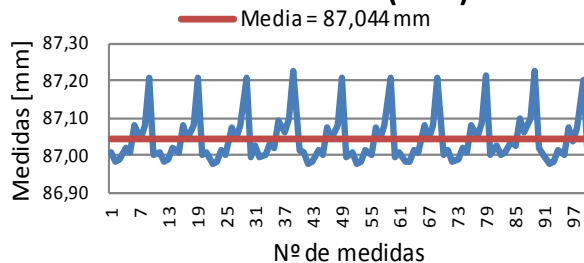
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D5A - Distancia esf (6-12)



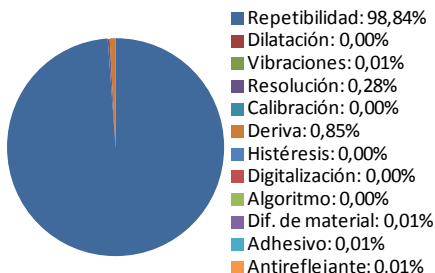
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (98,84%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,90%) y la resolución (24,30%).

$87,044 \pm 1,305 \text{ mm}$

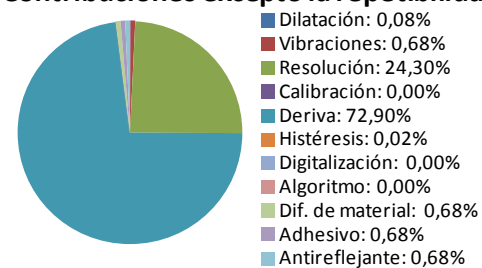
\bar{x} [mm]	87,044
U_c [mm]	0,653
GL	101
t_s	2,000
U_e [mm]	1,305



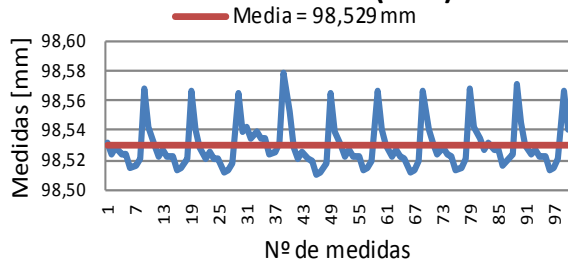
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D5A - Distancia esf (6-13)



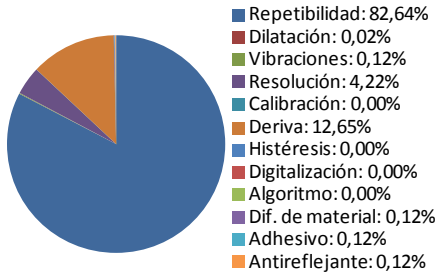
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (82,64%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,89%) y la resolución (24,30%).

$98,529 \pm 0,337 \text{ mm}$

\bar{x} [mm]	98,529
U_c [mm]	0,169
GL	141
t_s	2,000
U_e [mm]	0,337



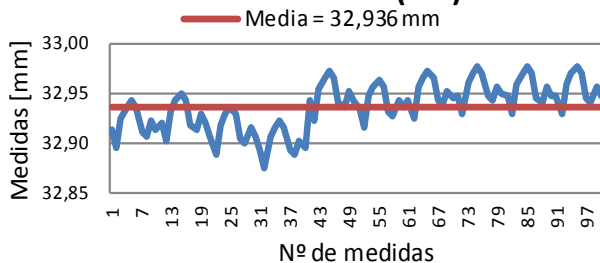
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D5A - Distancia esf (7-8)



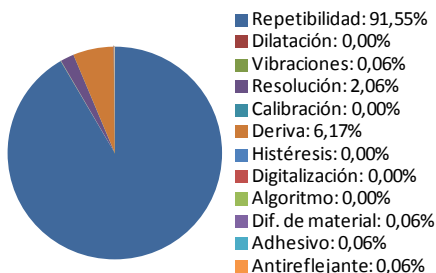
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (91,55%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,95%) y la resolución (24,32%).

$32,936 \pm 0,483 \text{ mm}$

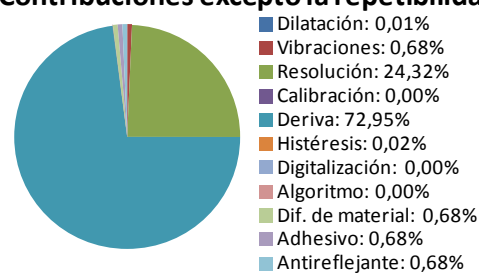
\bar{x} [mm]	32,936
U_c [mm]	0,242
GL	118
t_s	2,000
U_e [mm]	0,483



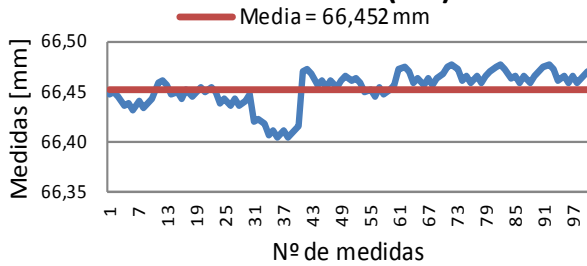
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D5A - Distancia esf (7-9)



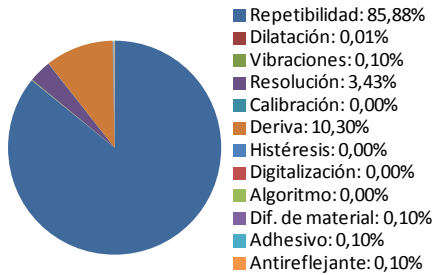
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (85,88%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,92%) y la resolución (24,31%).

$66,452 \pm 0,374 \text{ mm}$

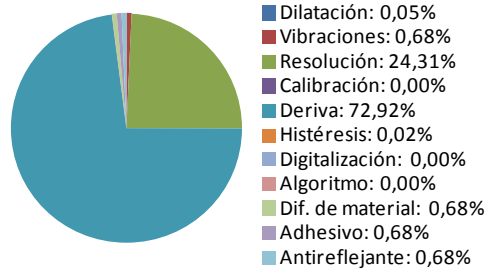
\bar{x} [mm]	66,452
U_c [mm]	0,187
GL	132
t_s	2,000
U_e [mm]	0,374



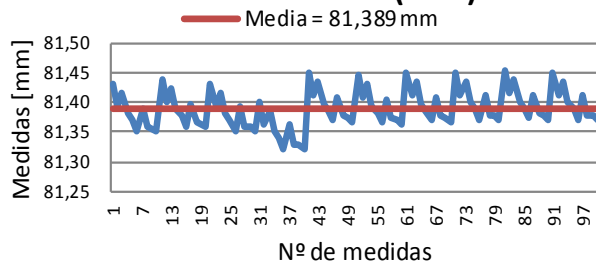
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D5A - Distancia esf (7-10)



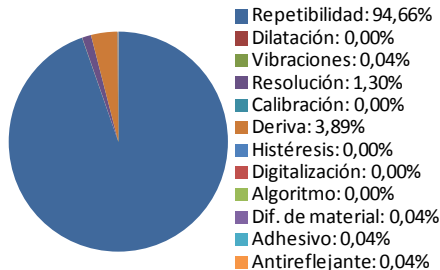
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (94,66%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,91%) y la resolución (24,30%).

$81,389 \pm 0,608 \text{ mm}$

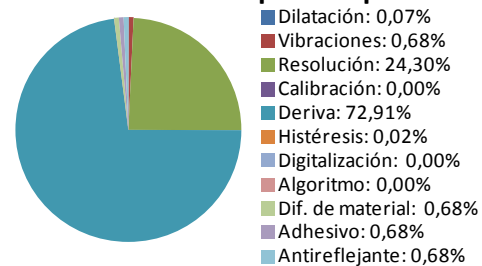
\bar{x} [mm]	81,389
U_c [mm]	0,304
GL	110
t_s	2,000
U_e [mm]	0,608



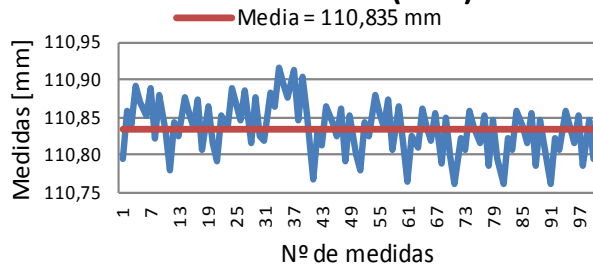
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D5A - Distancia esf (7-11)



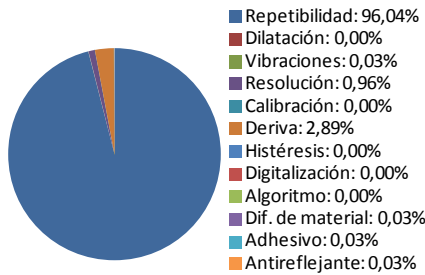
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (96,04%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,87%) y la resolución (24,29%).

$110,835 \pm 0,706 \text{ mm}$

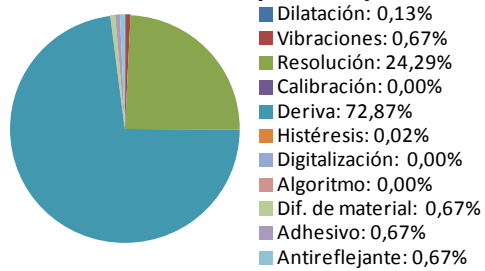
\bar{x} [mm]	110,835
U_c [mm]	0,353
GL	107
t_s	2,000
U_e [mm]	0,706



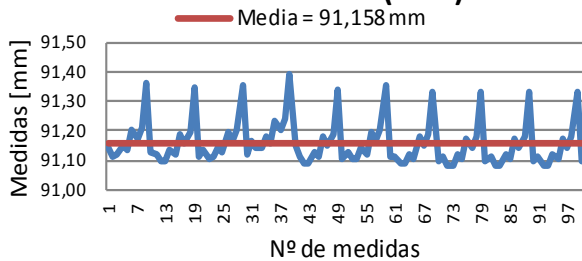
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D5A - Distancia esf (7-12)



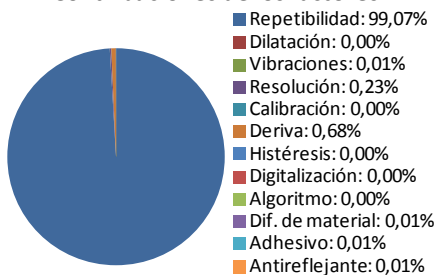
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (99,07%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,90%) y la resolución (24,30%).

$91,158 \pm 1,461 \text{ mm}$

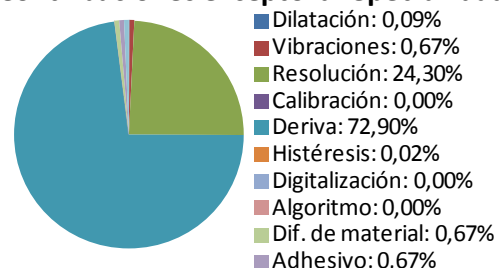
\bar{x} [mm]	91,158
U_c [mm]	0,730
GL	101
t_s	2,000
U_e [mm]	1,461



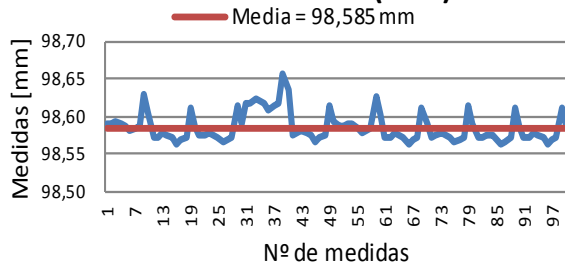
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D5A - Distancia esf (7-13)



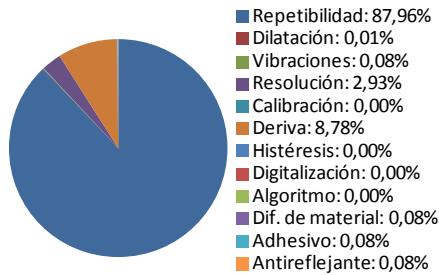
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (87,96%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,89%) y la resolución (24,30%).

$98,585 \pm 0,405 \text{ mm}$

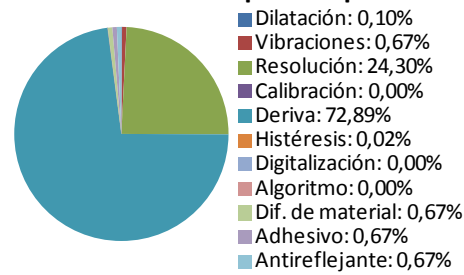
\bar{x} [mm]	98,585
U_c [mm]	0,203
GL	127
t_s	2,000
U_e [mm]	0,405



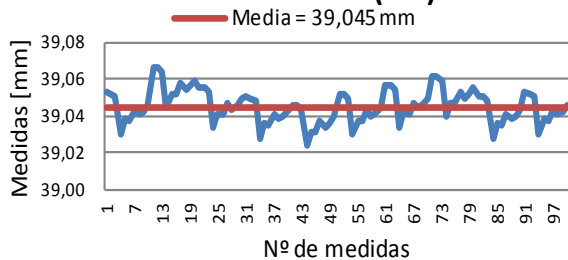
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D5A - Distancia esf (8-9)



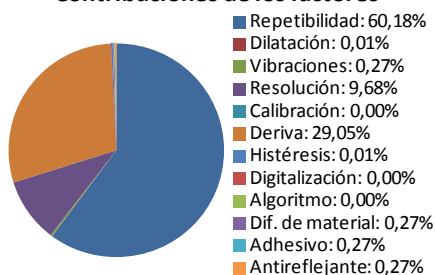
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (60,18%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,95%) y la resolución (24,32%).

$39,045 \pm 0,223 \text{ mm}$

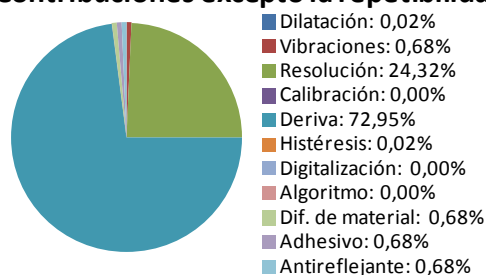
\bar{x} [mm]	39,045
U_c [mm]	0,111
GL	218
t_s	2,000
U_e [mm]	0,223



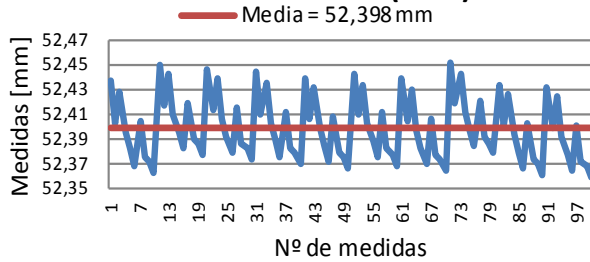
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D5A - Distancia esf (8-10)



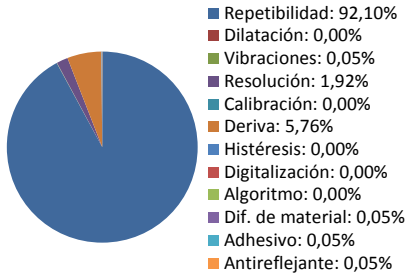
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (92,10%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,94%) y la resolución (24,31%).

$52,398 \pm 0,500 \text{ mm}$

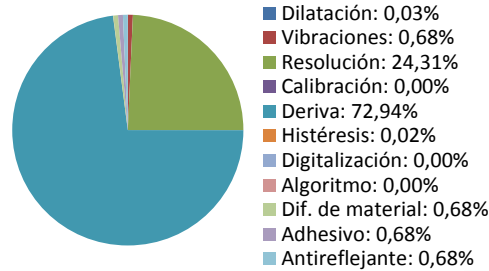
\bar{x} [mm]	52,398
U_c [mm]	0,250
GL	116
t_s	2,000
U_e [mm]	0,500



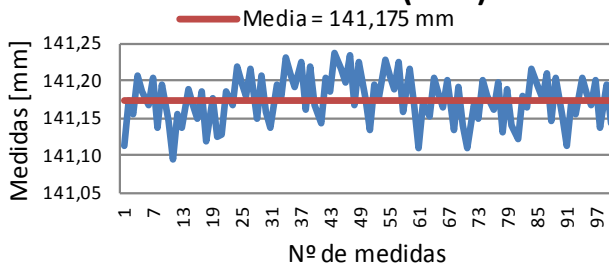
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D5A - Distancia esf (8-11)



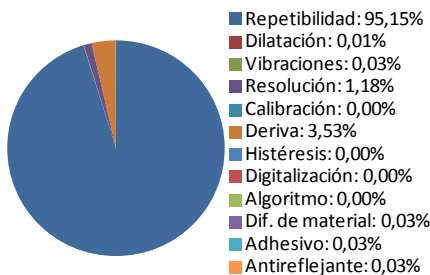
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (95,15%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,81%) y la resolución (24,27%).

$141,175 \pm 0,638 \text{ mm}$

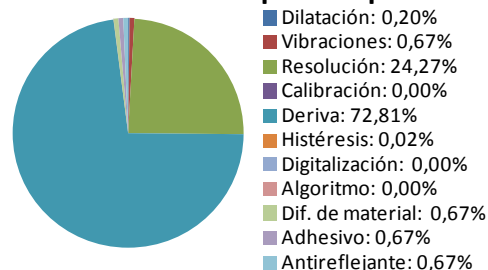
\bar{x} [mm]	141,175
U_c [mm]	0,319
GL	109
t_s	2,000
U_e [mm]	0,638



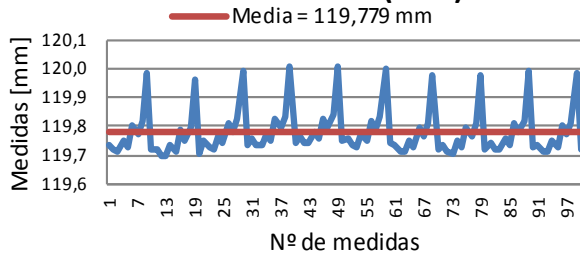
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



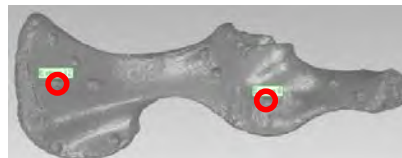
D5A - Distancia esf (8-12)



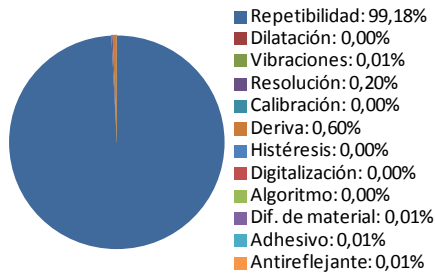
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (99,18%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,85%) y la resolución (24,28%).

$119,779 \pm 1,553 \text{ mm}$

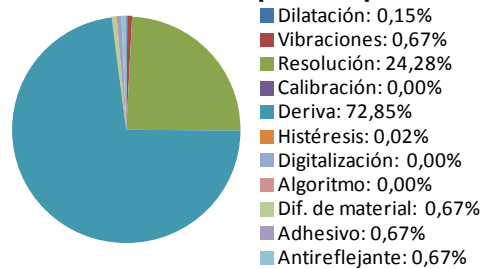
\bar{x} [mm]	119,779
U_c [mm]	0,776
GL	101
t_s	2,000
U_e [mm]	1,553



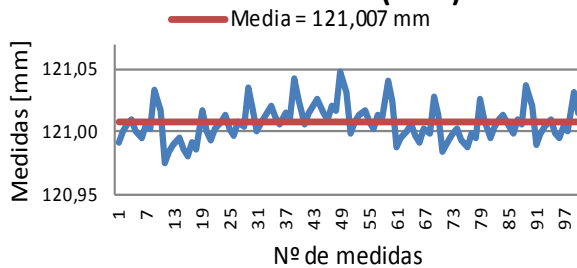
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D5A - Distancia esf (8-13)



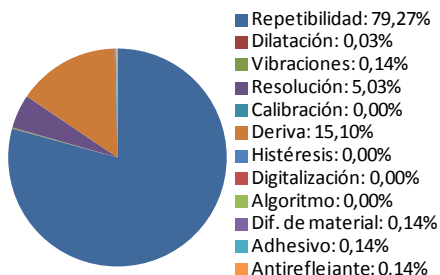
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (79,27%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,85%) y la resolución (24,28%).

$121,007 \pm 0,309 \text{ mm}$

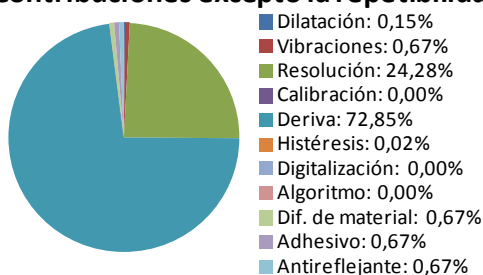
\bar{x} [mm]	121,007
U_c [mm]	0,154
GL	151
t_s	2,000
U_e [mm]	0,309



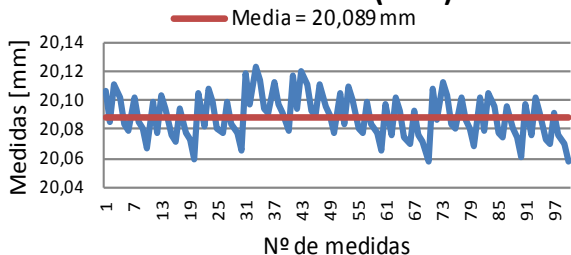
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



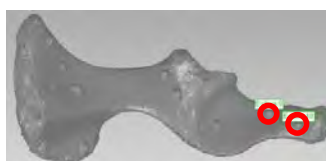
D5A - Distancia esf (9-10)



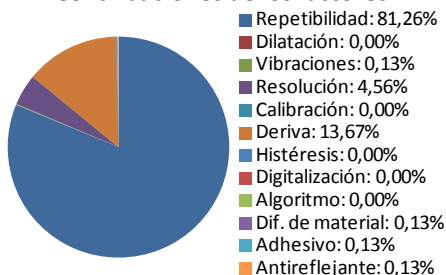
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (81,26%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,96%) y la resolución (24,32%).

$20,089 \pm 0,325 \text{ mm}$

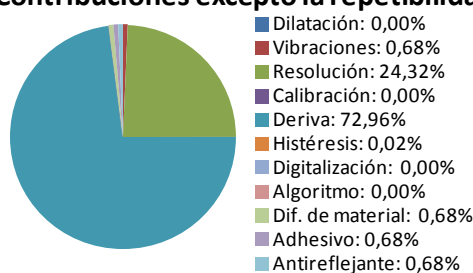
\bar{x} [mm]	20,089
U_c [mm]	0,162
GL	145
t_s	2,000
U_e [mm]	0,325



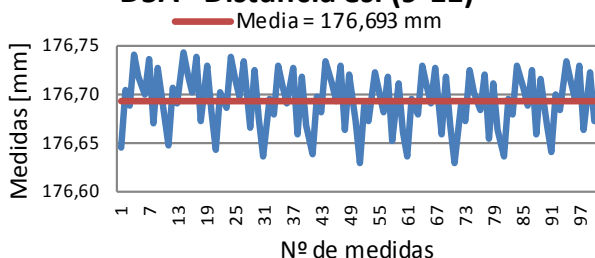
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D5A - Distancia esf (9-11)



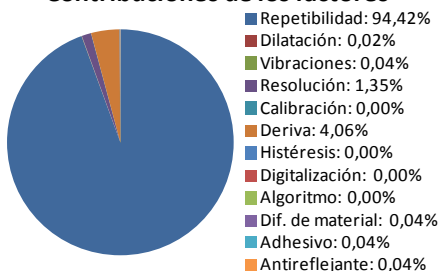
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (94,42%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,73%) y la resolución (24,24%).

$176,693 \pm 0,596 \text{ mm}$

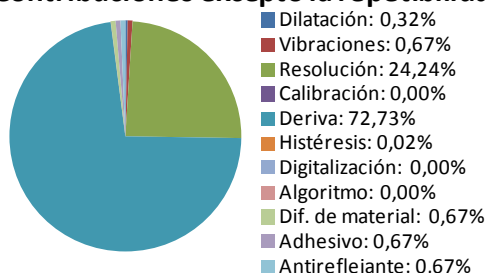
\bar{x} [mm]	176,693
U_c [mm]	0,298
GL	111
t_s	2,000
U_e [mm]	0,596



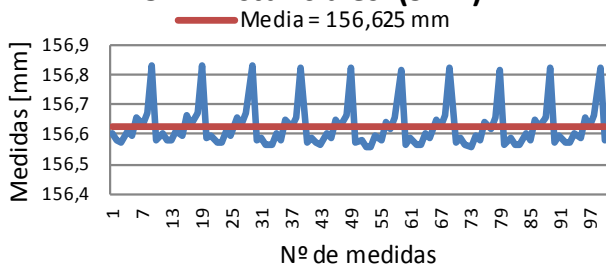
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



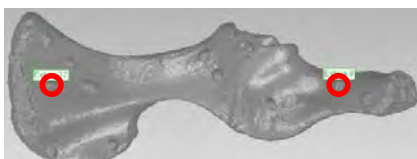
D5A - Distancia esf (9-12)



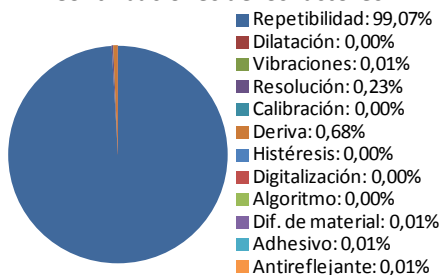
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (99,07%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,77%) y la resolución (24,26%).

$156,625 \pm 1,459 \text{ mm}$

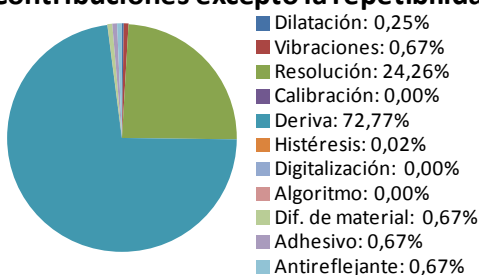
\bar{x} [mm]	156,625
U_c [mm]	0,729
GL	101
t_s	2,000
U_e [mm]	1,459



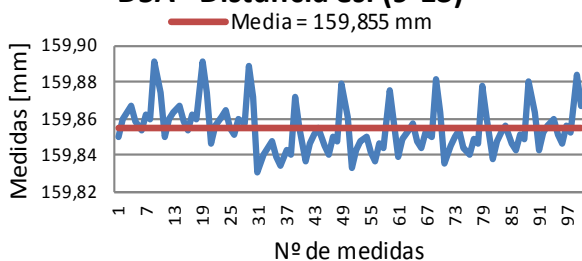
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D5A - Distancia esf (9-13)



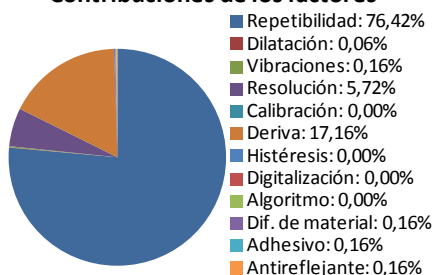
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (76,42%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,77%) y la resolución (24,26%).

$159,855 \pm 0,290 \text{ mm}$

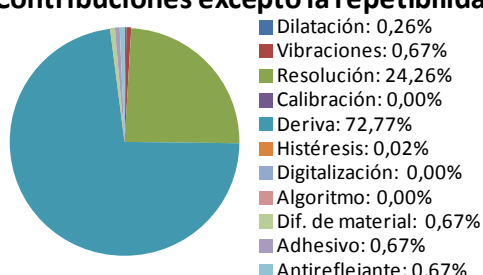
\bar{x} [mm]	159,855
U_c [mm]	0,145
GL	161
t_s	2,000
U_e [mm]	0,290



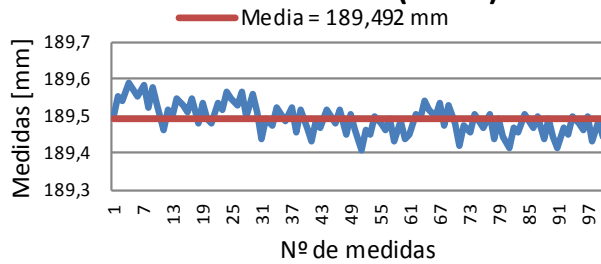
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



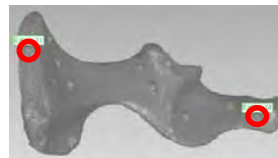
D5A - Distancia esf (10-11)



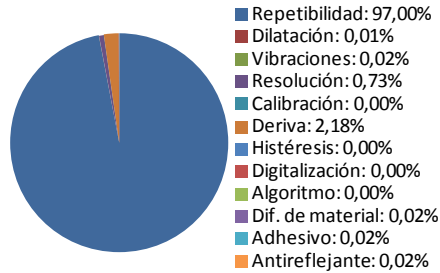
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (97,00%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,69%) y la resolución (24,23%).

$189,492 \pm 0,813 \text{ mm}$

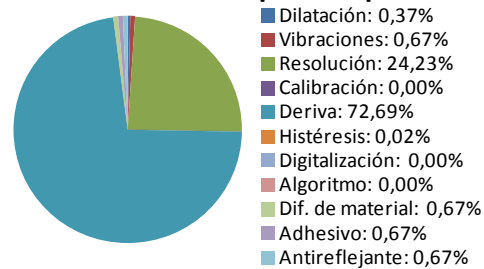
\bar{x} [mm]	189,492
U_c [mm]	0,406
GL	105
t_s	2,000
U_e [mm]	0,813



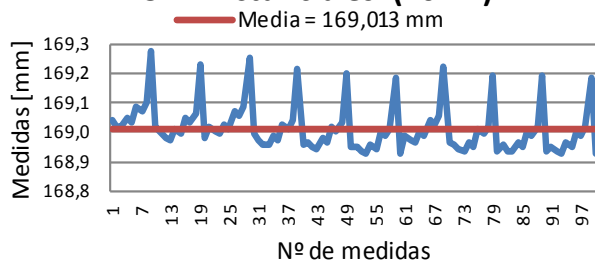
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D5A - Distancia esf (10-12)



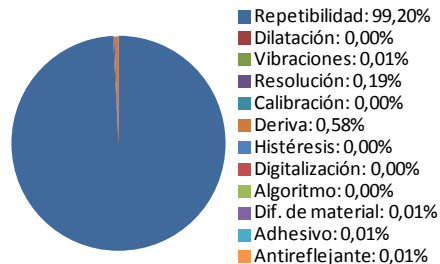
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (99,20%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,74%) y la resolución (24,25%).

$169,013 \pm 1,570 \text{ mm}$

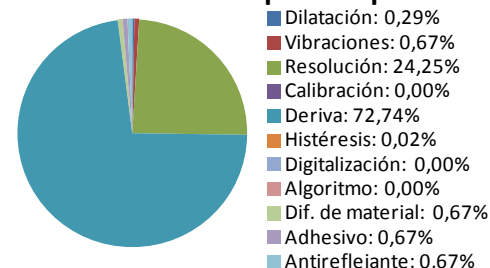
\bar{x} [mm]	169,013
U_c [mm]	0,785
GL	101
t_s	2,000
U_e [mm]	1,570



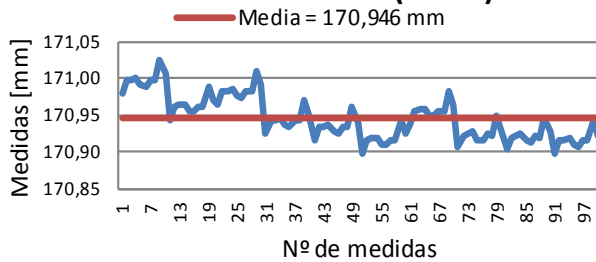
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



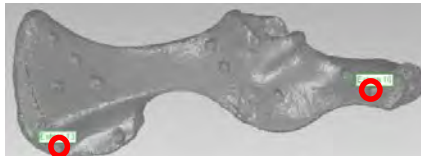
D5A - Distancia esf (10-13)



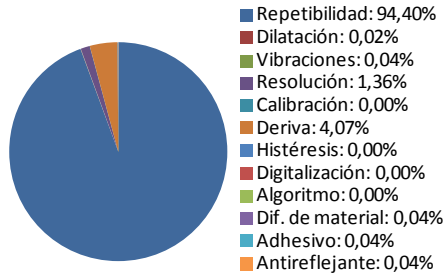
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (94,40%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,74%) y la resolución (24,25%).

$170,946 \pm 0,595 \text{ mm}$

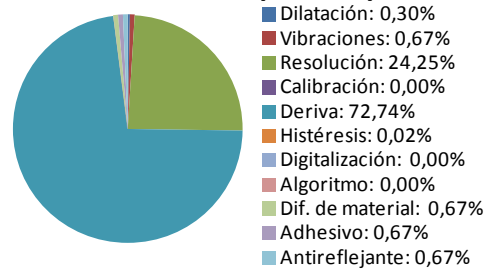
\bar{x} [mm]	170,946
U_c [mm]	0,297
GL	111
t_s	2,000
U_e [mm]	0,595



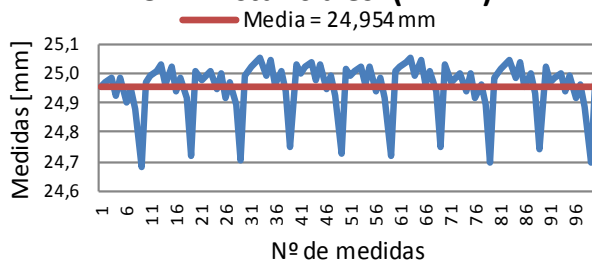
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



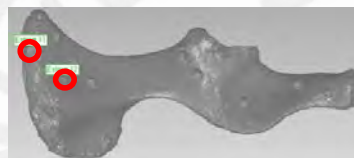
D5A - Distancia esf (11-12)



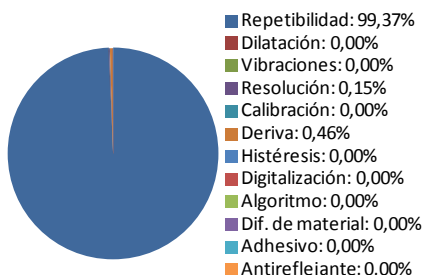
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (99,37%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,95%) y la resolución (24,32%).

$24,954 \pm 1,766 \text{ mm}$

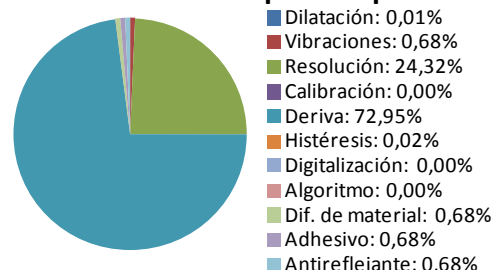
\bar{x} [mm]	24,954
U_c [mm]	0,883
GL	100
t_s	2,000
U_e [mm]	1,766



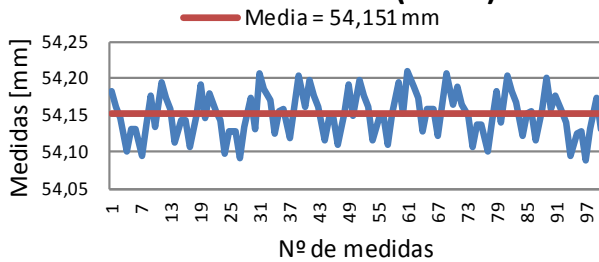
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



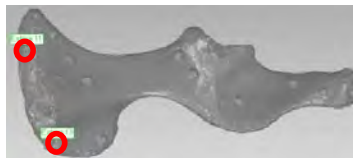
D5A - Distancia esf (11-13)



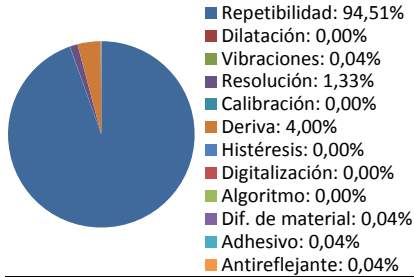
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (94,51%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,94%) y la resolución (24,31%).

$54,151 \pm 0,600 \text{ mm}$

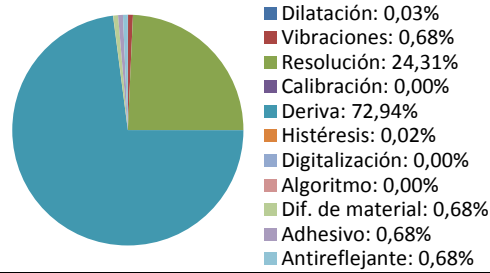
\bar{x} [mm]	54,151
U_c [mm]	0,300
GL	111
t_s	2,000
U_e [mm]	0,600



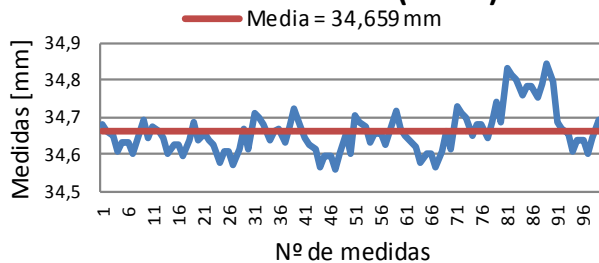
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



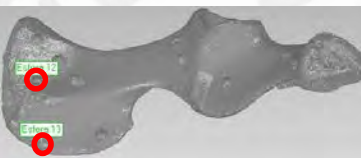
D5A - Distancia esf (12-13)



La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (98,60%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,95%) y la resolución (24,32%).

$34,659 \pm 1,187 \text{ mm}$

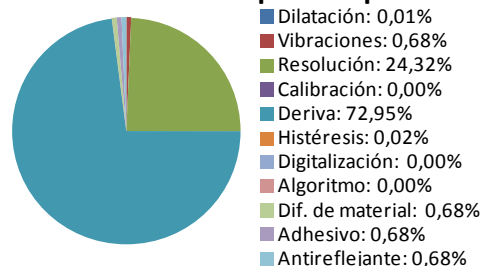
\bar{x} [mm]	34,659
U_c [mm]	0,593
GL	102
t_s	2,000
U_e [mm]	1,187



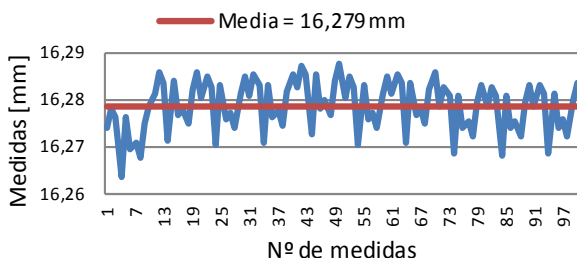
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



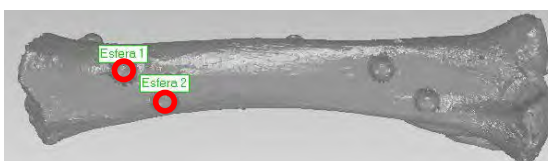
D7A - Distancia esf (1-2)



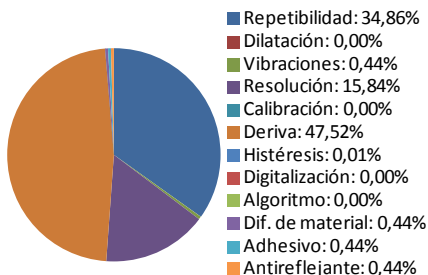
La Deriva es el factor que más contribuye a la incertidumbre (47,52%). Sin contar este factor los que más afectan son la repetibilidad (66,43%), compuesta por 100 mediciones, y la resolución (30,19%).

$16,279 \pm 0,174 \text{ mm}$

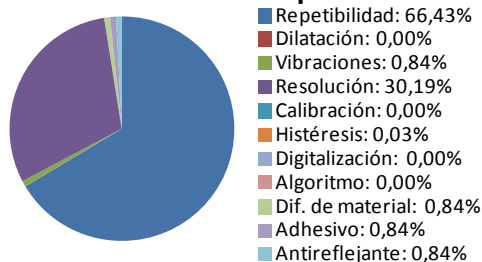
\bar{x} [mm]	16,279
U_c [mm]	0,087
GL	268
t_s	2,000
U_e [mm]	0,174



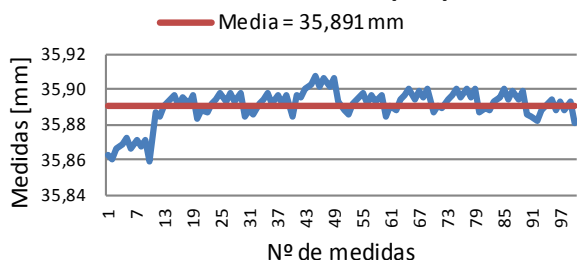
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la deriva



D7A - Distancia esf (1-3)



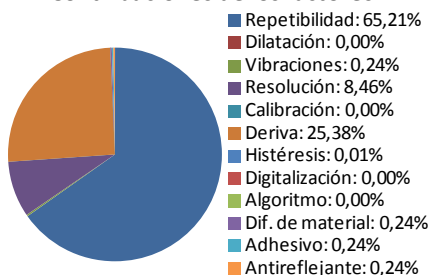
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (65,21%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,95%) y la resolución (24,32%).

$35,891 \pm 0,238 \text{ mm}$

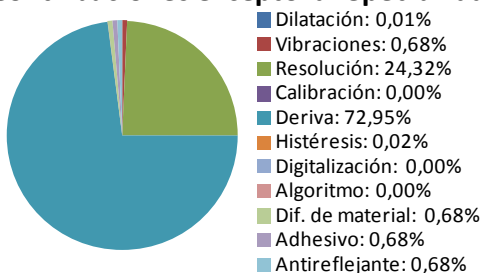
\bar{x} [mm]	35,891
U_c [mm]	0,119
GL	200
t_s	2,000
U_e [mm]	0,238



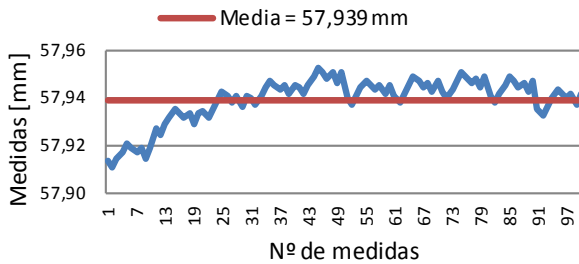
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



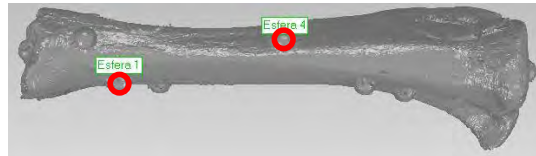
D7A - Distancia esf (1-4)



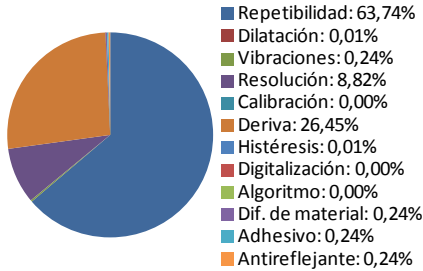
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (63,74%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,93%) y la resolución (24,31%).

$57,939 \pm 0,233 \text{ mm}$

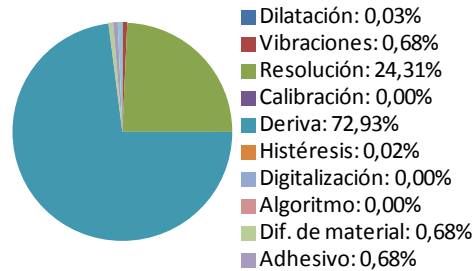
\bar{x} [mm]	57,939
U_c [mm]	0,117
GL	205
t_s	2,000
U_e [mm]	0,233



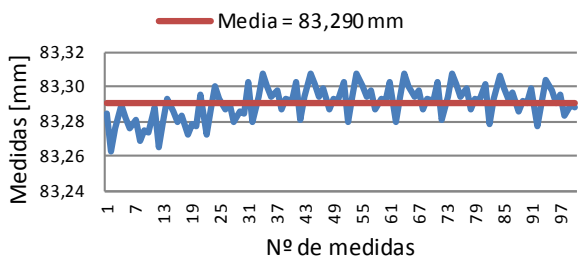
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D7A - Distancia esf (1-5)



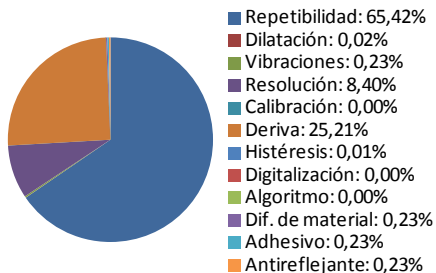
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (65,42%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,91%) y la resolución (24,30%).

$83,290 \pm 0,239 \text{ mm}$

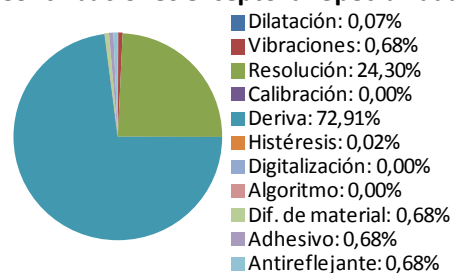
\bar{x} [mm]	83,290
U_c [mm]	0,119
GL	199
t_s	2,000
U_e [mm]	0,239



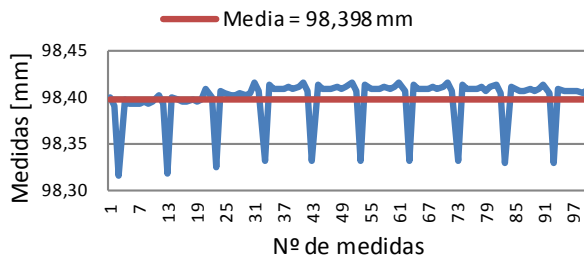
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D7A - Distancia esf (1-6)



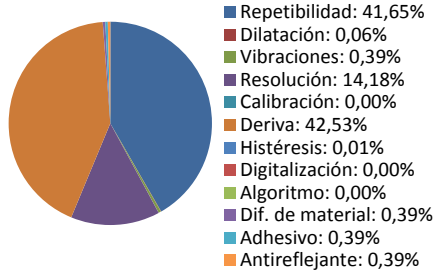
La Deriva es el factor que más contribuye a la incertidumbre (42,53%). Sin contar este factor los que más afectan son la repetibilidad (72,47%), compuesta por 100 mediciones, y la resolución (24,66%).

$98,398 \pm 0,184 \text{ mm}$

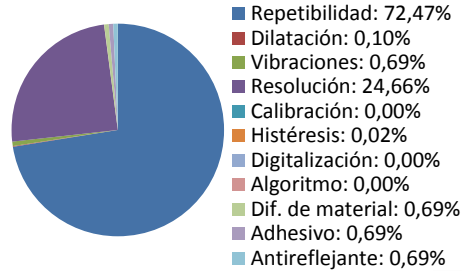
\bar{x} [mm]	98,406
U_c [mm]	0,092
GL	266
t_s	2,000
U_e [mm]	0,184



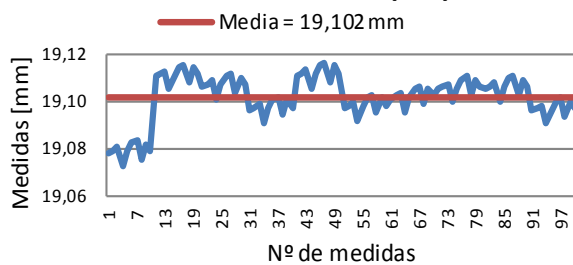
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la deriva



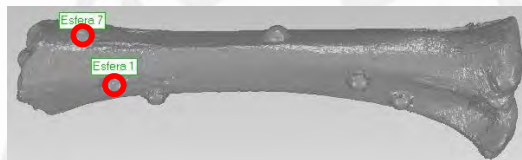
D7A - Distancia esf (1-7)



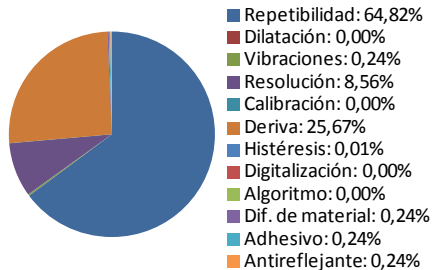
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (64,82%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,96%) y la resolución (24,32%).

$19,102 \pm 0,237 \text{ mm}$

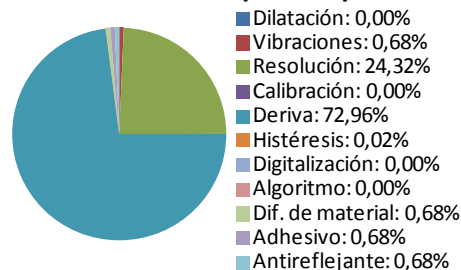
\bar{x} [mm]	19,102
U_c [mm]	0,118
GL	201
t_s	2,000
U_e [mm]	0,237



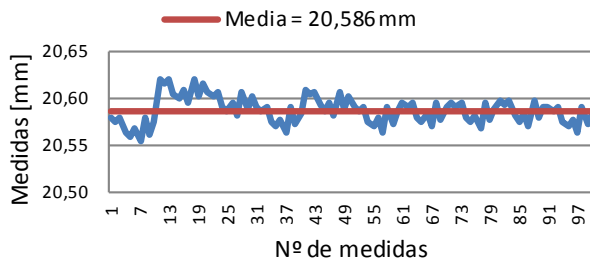
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D7A - Distancia esf (1-8)



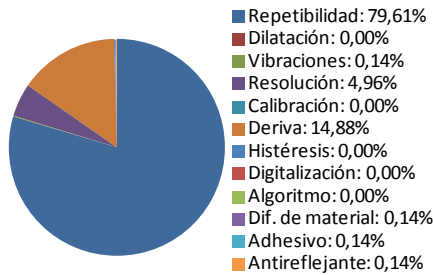
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (79,61%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,95%) y la resolución (24,32%).

$20,586 \pm 0,311 \text{ mm}$

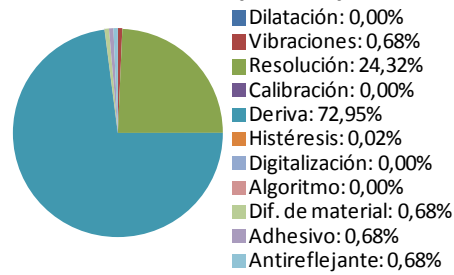
\bar{x} [mm]	20,586
U_c [mm]	0,156
GL	150
t_s	2,000
U_e [mm]	0,311



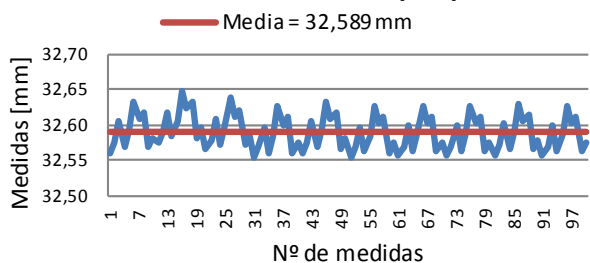
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D7A - Distancia esf (1-9)



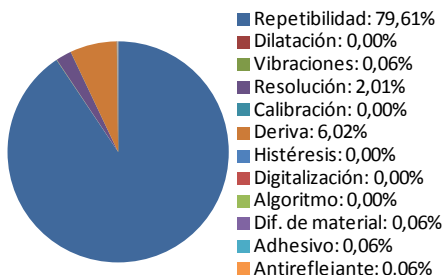
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (79,61%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,95%) y la resolución (24,32%).

$32,589 \pm 0,489 \text{ mm}$

\bar{x} [mm]	32,589
U_c [mm]	0,156
GL	918
t_s	2,000
U_e [mm]	0,489



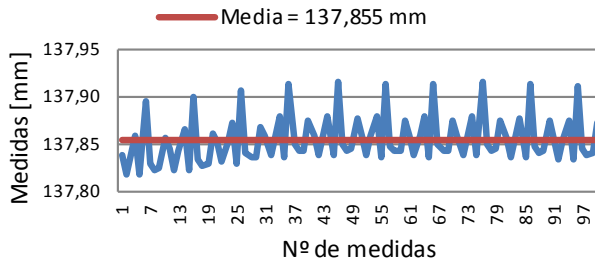
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D7A - Distancia esf (1-10)



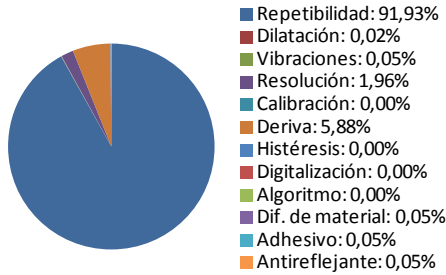
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (91,93%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,82%) y la resolución (24,27%).

$137,855 \pm 0,495 \text{ mm}$

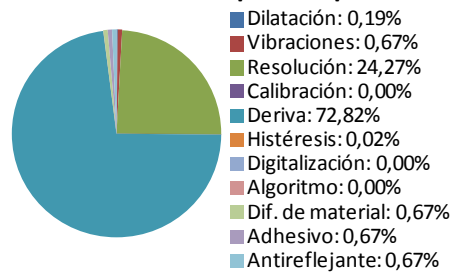
\bar{x} [mm]	137,855
U_c [mm]	0,248
GL	117
t_s	2,000
U_e [mm]	0,495



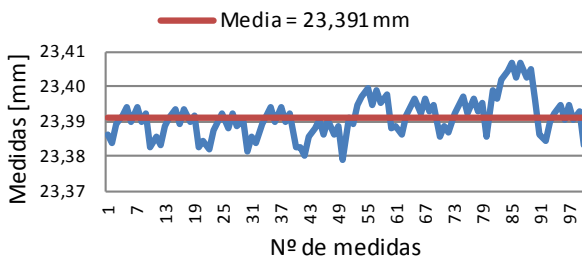
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D7A - Distancia esf (2-3)



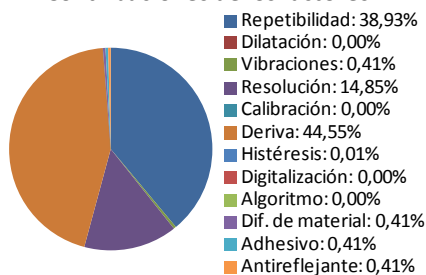
La Deriva es el factor que más contribuye a la incertidumbre (44,55%). Sin contar este factor los que más afectan son la repetibilidad (70,21%), compuesta por 100 mediciones, y la resolución (26,79%).

$23,391 \pm 0,180 \text{ mm}$

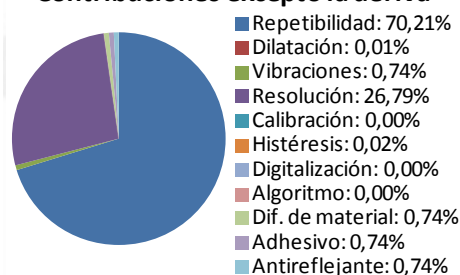
\bar{x} [mm]	23,391
U_c [mm]	0,090
GL	268
t_s	2,000
U_e [mm]	0,180



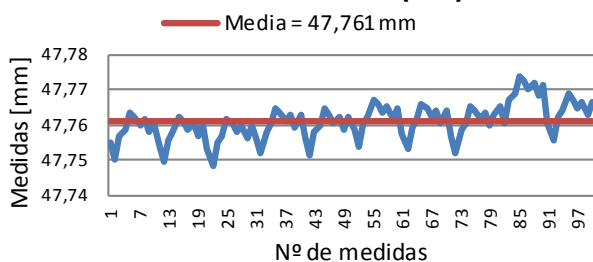
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la deriva



D7A - Distancia esf (2-4)



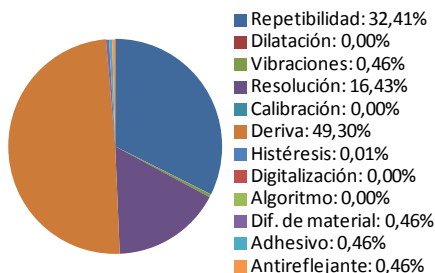
La Deriva es el factor que más contribuye a la incertidumbre (49,30%). Sin contar este factor los que más afectan son la repetibilidad (63,92%), compuesta por 100 mediciones, y la resolución (32,42%).

$47,761 \pm 0,171 \text{ mm}$

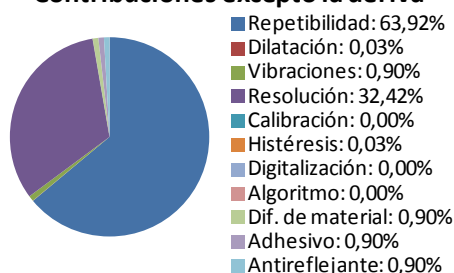
\bar{x} [mm]	47,761
U_c [mm]	0,085
GL	266
t_s	2,000
U_e [mm]	0,171



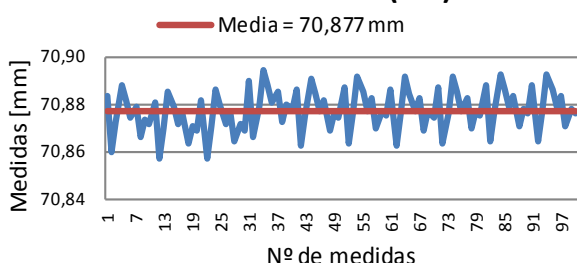
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la deriva



D7A - Distancia esf (2-5)



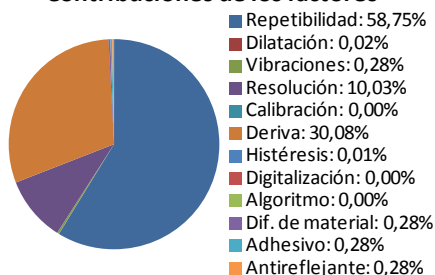
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (58,75%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,92%) y la resolución (24,31%).

$70,877 \pm 0,219 \text{ mm}$

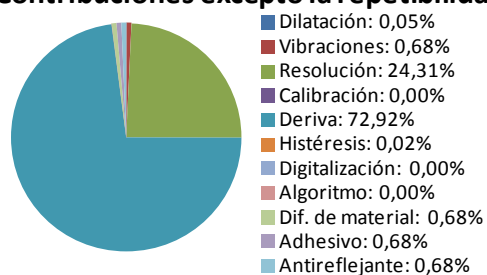
\bar{x} [mm]	70,877
U_c [mm]	0,109
GL	223
t_s	2,000
U_e [mm]	0,219



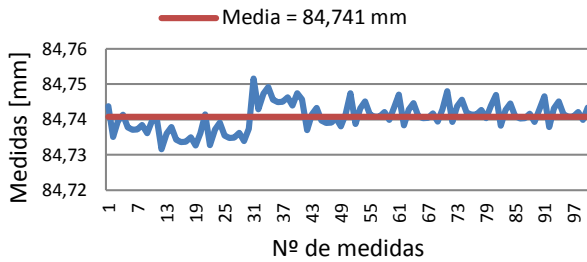
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



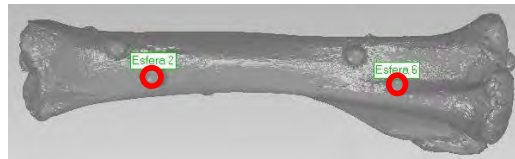
D7A - Distancia esf (2-6)



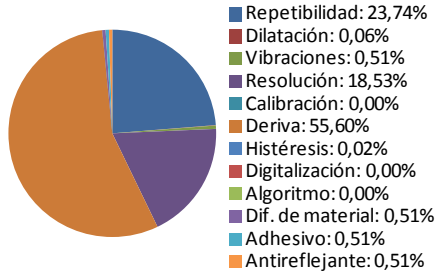
La Deriva es el factor que más contribuye a la incertidumbre (55,60%). Sin contar este factor los que más afectan son la repetibilidad (53,46%), compuesta por 100 mediciones, y la resolución (41,74%).

$84,741 \pm 0,161 \text{ mm}$

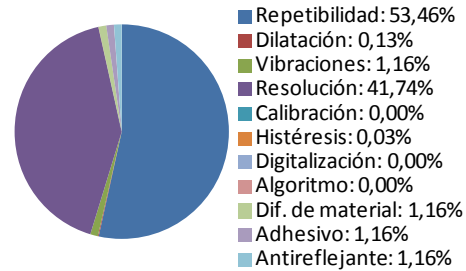
\bar{x} [mm]	84,741
U_c [mm]	0,080
GL	250
t_s	2,000
U_e [mm]	0,161



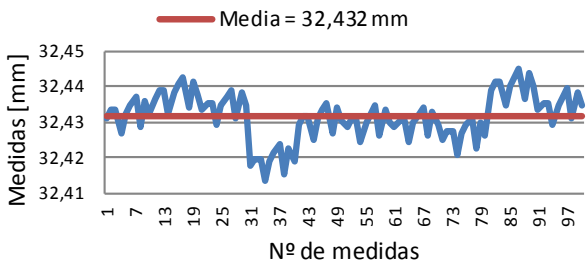
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D7A - Distancia esf (2-7)



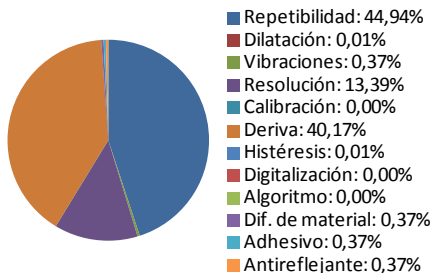
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (44,94%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,95%) y la resolución (24,32%).

$32,432 \pm 0,189 \text{ mm}$

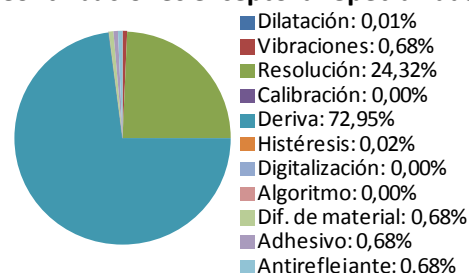
\bar{x} [mm]	32,432
U_c [mm]	0,095
GL	261
t_s	2,000
U_e [mm]	0,189



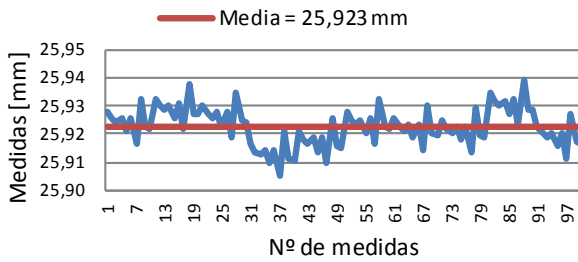
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



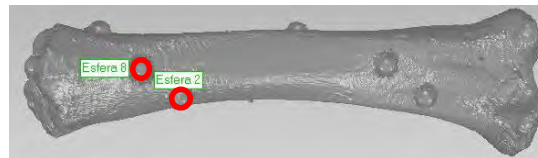
D7A - Distancia esf (2-8)



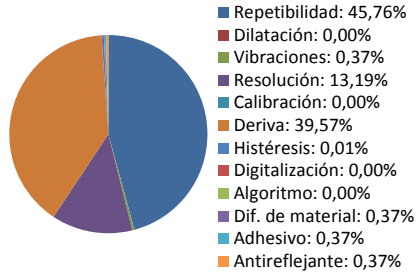
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (45,76%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,95%) y la resolución (24,32%).

$25,923 \pm 0,191 \text{ mm}$

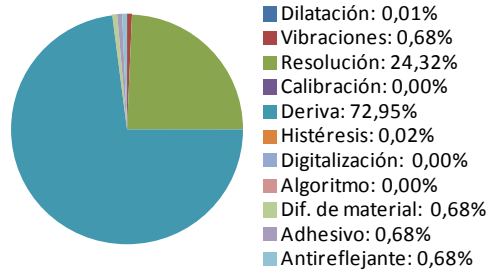
\bar{x} [mm]	25,923
U_c [mm]	0,095
GL	259
t_s	2,000
U_e [mm]	0,191



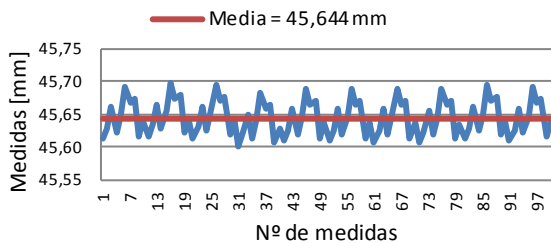
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D7A - Distancia esf (2-9)



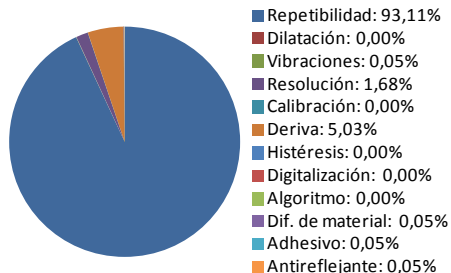
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (93,11%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,94%) y la resolución (24,31%).

$45,644 \pm 0,535 \text{ mm}$

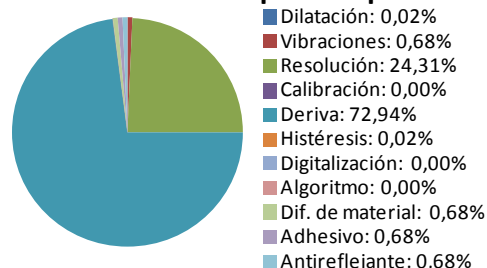
\bar{x} [mm]	45,644
U_c [mm]	0,268
GL	114
t_s	2,000
U_e [mm]	0,535



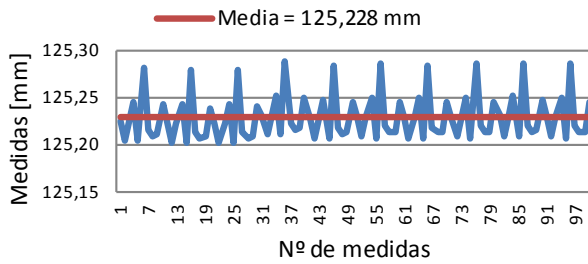
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D7A - Distancia esf (2-10)



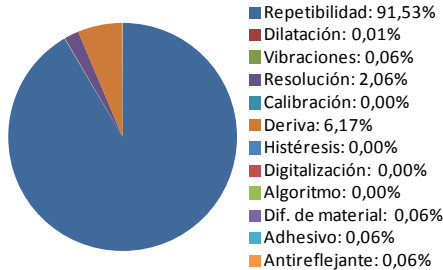
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (91,53%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,84%) y la resolución (24,28%).

$125,228 \pm 0,483 \text{ mm}$

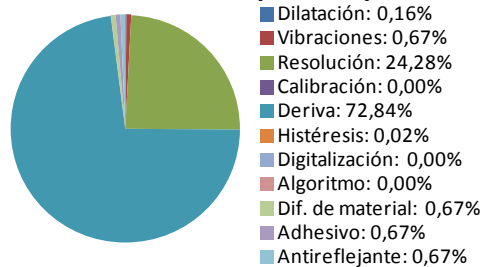
\bar{x} [mm]	125,228
U_c [mm]	0,241
GL	118
t_s	2,000
U_e [mm]	0,483



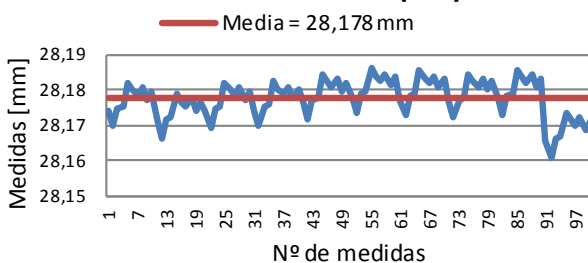
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D7A - Distancia esf (3-4)



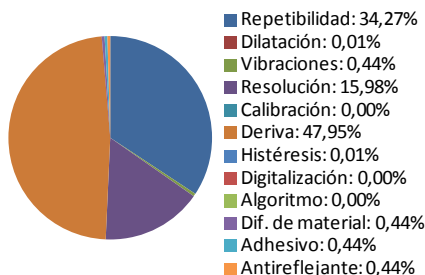
La Deriva es el factor que más contribuye a la incertidumbre (47,95 %). Sin contar este factor los que más afectan son la repetibilidad (65,85%), compuesta por 100 mediciones, y la resolución (30,71%).

$28,178 \pm 0,173 \text{ mm}$

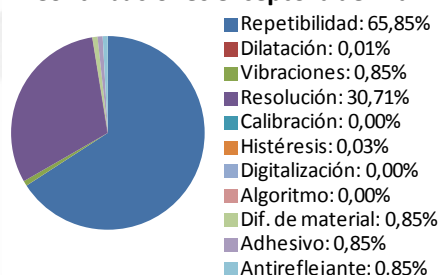
\bar{x} [mm]	28,178
U_c [mm]	0,087
GL	267
t_s	2,000
U_e [mm]	0,173



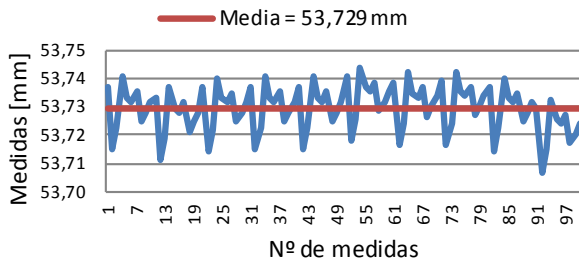
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la deriva



D7A - Distancia esf (3-5)



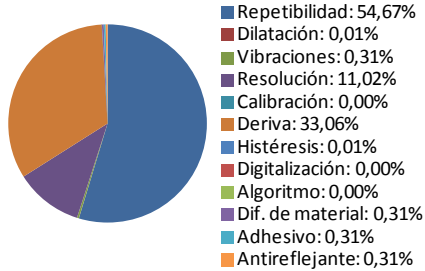
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (54,67%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,94%) y la resolución (24,31%).

$53,729 \pm 0,209 \text{ mm}$

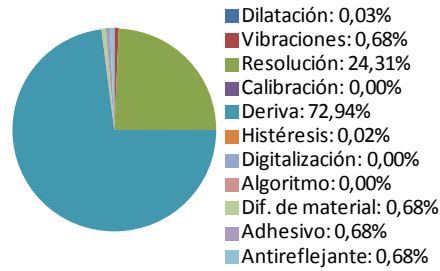
\bar{x} [mm]	53,729
U_c [mm]	0,104
GL	236
t_s	2,000
U_e [mm]	0,209



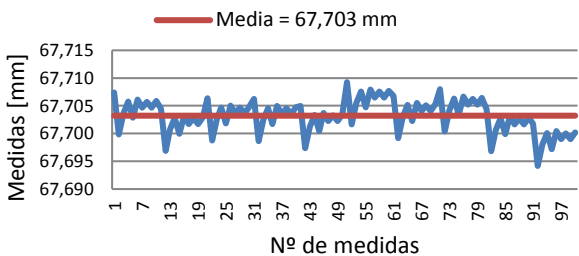
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D7A - Distancia esf (3-6)



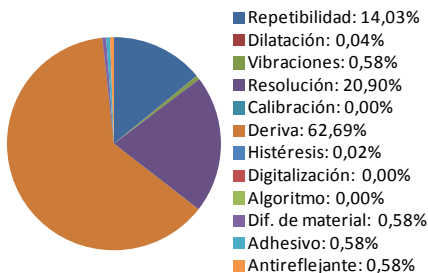
La Deriva es el factor que más contribuye a la incertidumbre (62,69 %). Sin contar este factor los que más afectan son la resolución (56,02%), compuesta por 100 mediciones, y la repetibilidad (37,60%).

$67,703 \pm 0,152 \text{ mm}$

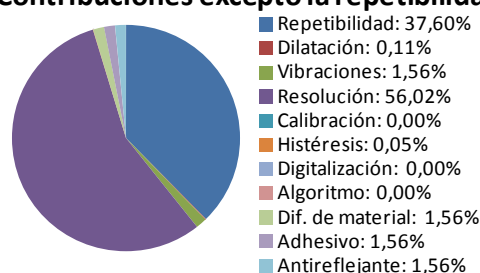
\bar{x} [mm]	67,703
U_c [mm]	0,076
GL	219
t_s	2,000
U_e [mm]	0,152



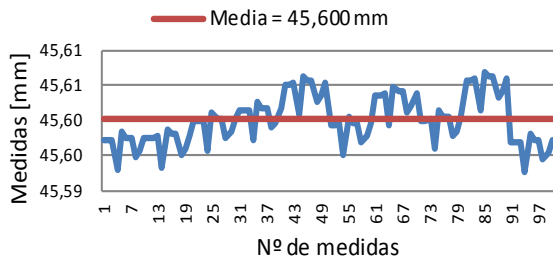
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D7A - Distancia esf (3-7)



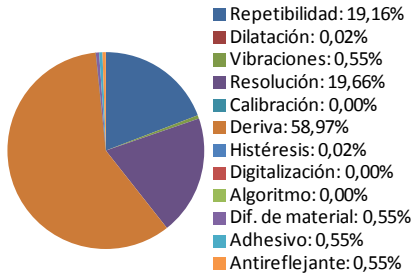
La Deriva es el factor que más contribuye a la incertidumbre (58,97 %). Sin contar este factor los que más afectan son la repetibilidad (46,69%), compuesta por 100 mediciones, y la resolución (47,90%).

$45,600 \pm 0,156 \text{ mm}$

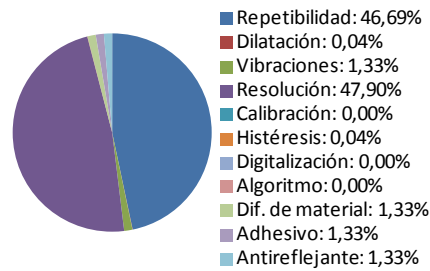
\bar{x} [mm]	45,600
U_c [mm]	0,078
GL	236
t_s	2,000
U_e [mm]	0,156



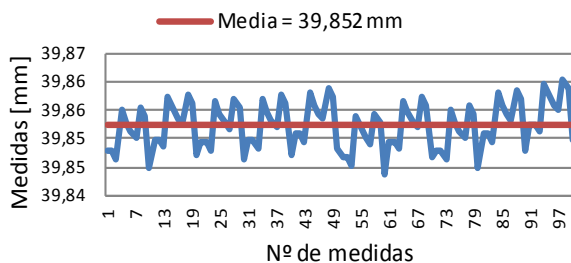
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la deriva



D7A - Distancia esf (3-8)



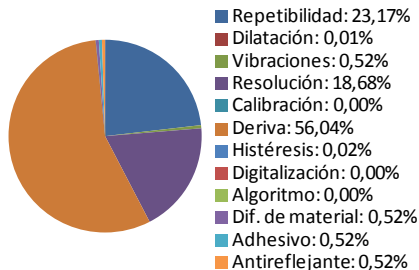
La Deriva es el factor que más contribuye a la incertidumbre (56,04%). Sin contar este factor los que más afectan son la repetibilidad (52,71%), compuesta por 100 mediciones, y la resolución (42,50%).

$39,852 \pm 0,160 \text{ mm}$

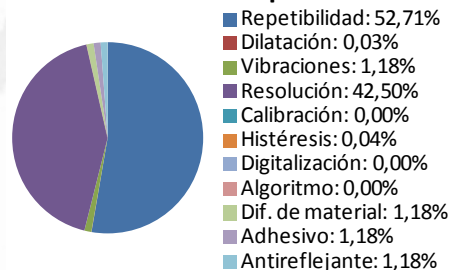
\bar{x} [mm]	39,852
U_c [mm]	0,080
GL	248
t_s	2,000
U_e [mm]	0,160



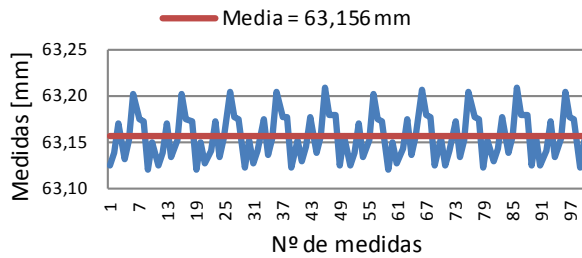
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la deriva



D7A - Distancia esf (3-9)



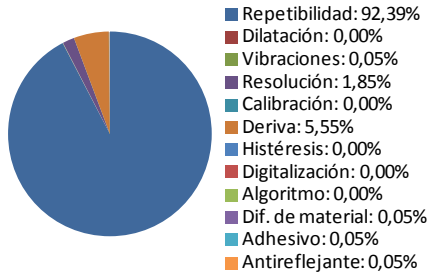
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (92,39%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,93%) y la resolución (24,31%).

$63,156 \pm 0,509 \text{ mm}$

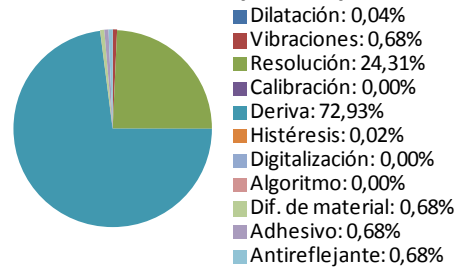
\bar{x} [mm]	63,156
U_c [mm]	0,255
GL	116
t_s	2,000
U_e [mm]	0,509



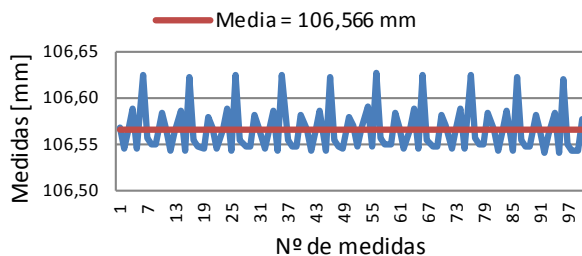
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



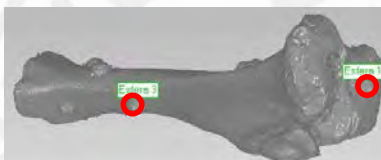
D7A - Distancia esf (3-10)



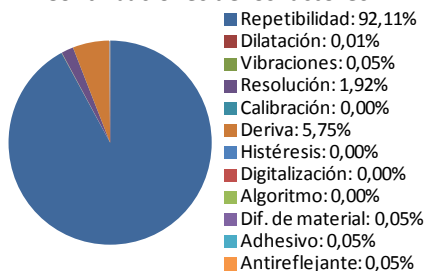
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (92,11%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,87%) y la resolución (24,29%).

$106,566 \pm 0,500 \text{ mm}$

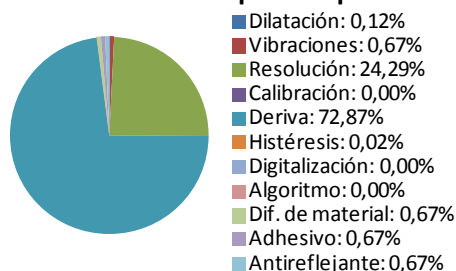
\bar{x} [mm]	106,566
U_c [mm]	0,250
GL	116
t_s	2,000
U_e [mm]	0,500



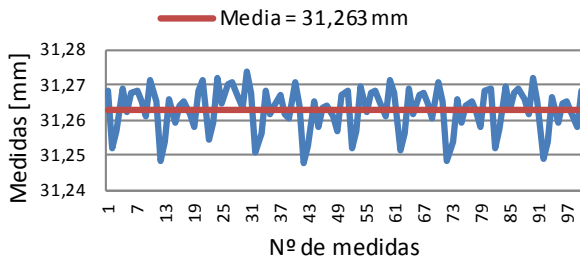
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



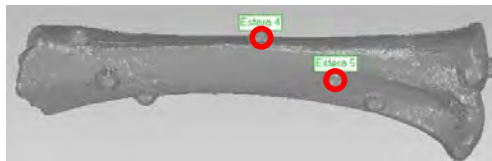
D7A - Distancia esf (4-5)



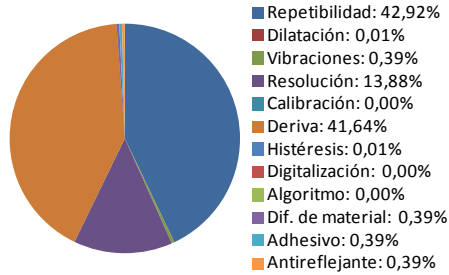
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (42,92%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,95%) y la resolución (24,32%).

$31,263 \pm 0,186 \text{ mm}$

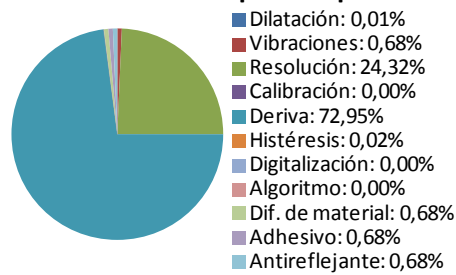
\bar{x} [mm]	31,263
U_c [mm]	0,093
GL	264
t_s	2,000
U_e [mm]	0,186



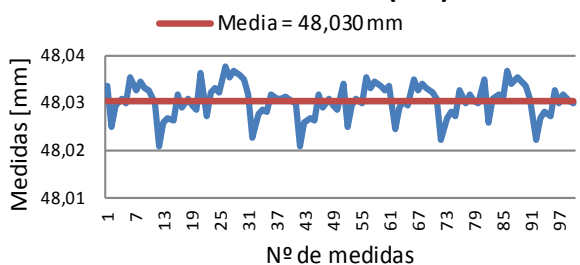
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D7A - Distancia esf (4-6)



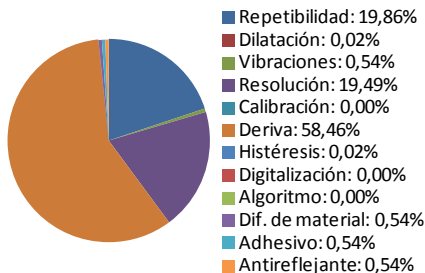
La Deriva es el factor que más contribuye a la incertidumbre (58,46 %). Sin contar este factor los que más afectan son la repetibilidad (47,80%), compuesta por 100 mediciones, y la resolución (46,90%).

$48,030 \pm 0,157 \text{ mm}$

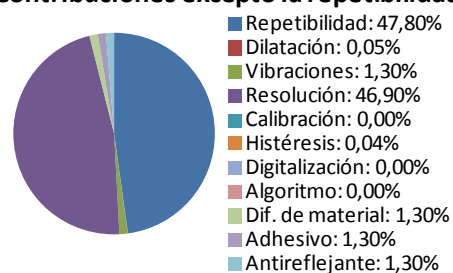
\bar{x} [mm]	48,030
U_c [mm]	0,078
GL	238
t_s	2,000
U_e [mm]	0,157



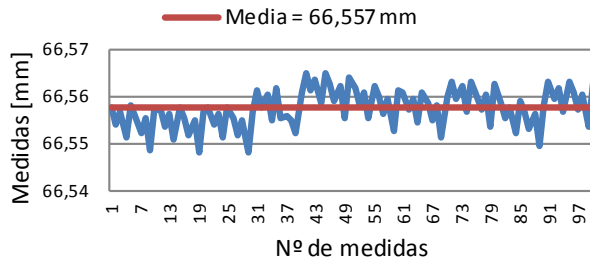
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D7A - Distancia esf (4-7)



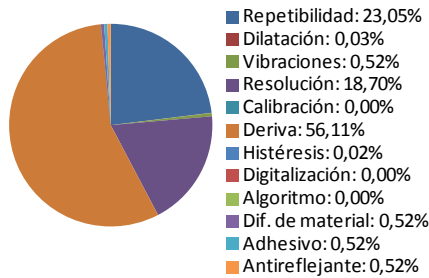
La Deriva es el factor que más contribuye a la incertidumbre (56,11%). Sin contar este factor los que más afectan son la repetibilidad (52,53%), compuesta por 100 mediciones, y la resolución (42,62%).

$66,557 \pm 0,160 \text{ mm}$

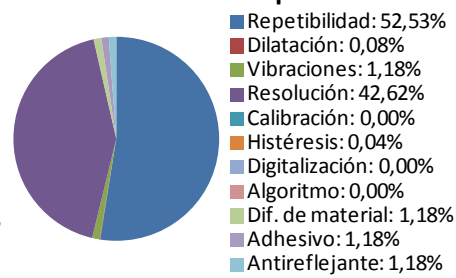
\bar{x} [mm]	66,557
U_c [mm]	0,080
GL	248
t_s	2,000
U_e [mm]	0,160



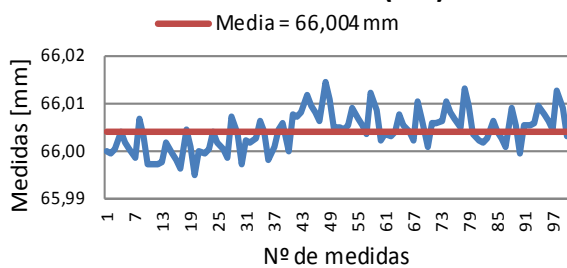
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la deriva



D7A - Distancia esf (4-8)



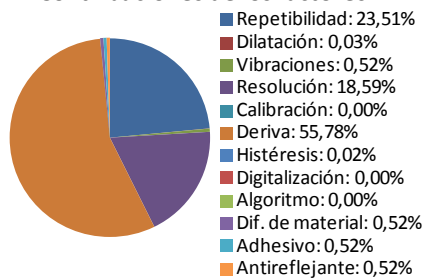
La Deriva es el factor que más contribuye a la incertidumbre (55,78%). Sin contar este factor los que más afectan son la repetibilidad (53,17%), compuesta por 100 mediciones, y la resolución (42,05%).

$66,004 \pm 0,161 \text{ mm}$

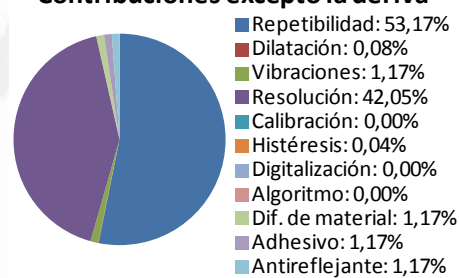
\bar{x} [mm]	66,004
U_c [mm]	0,080
GL	249
t_s	2,000
U_e [mm]	0,161



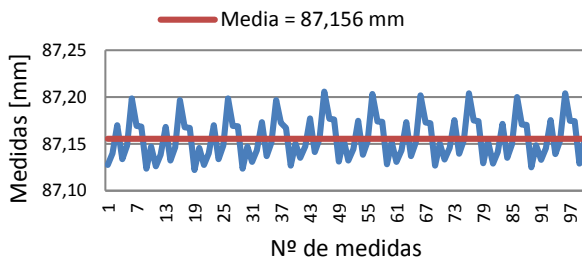
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la deriva



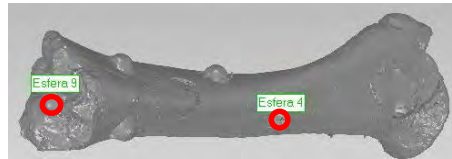
D7A - Distancia esf (4-9)



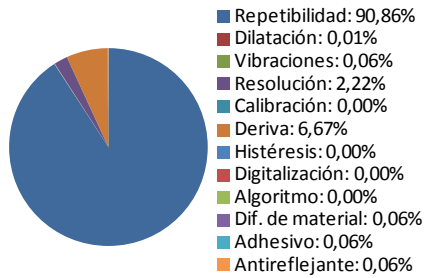
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (90,86%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,90%) y la resolución (24,30%).

$87,156 \pm 0,465 \text{ mm}$

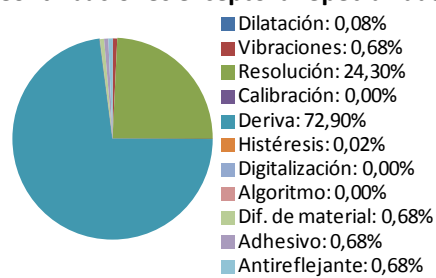
\bar{x} [mm]	87,156
U_c [mm]	0,232
GL	119
t_s	2,000
U_e [mm]	0,465



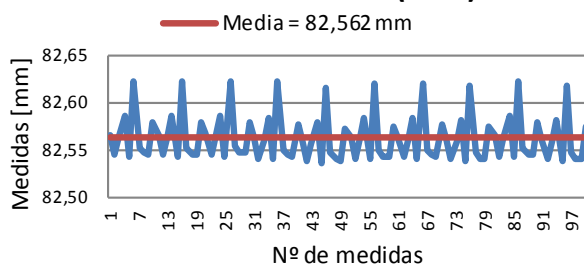
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D7A - Distancia esf (4-10)



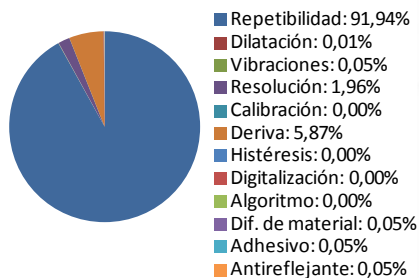
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (91,94%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,91%) y la resolución (24,30%).

$82,562 \pm 0,495 \text{ mm}$

\bar{x} [mm]	82,562
U_c [mm]	0,248
GL	117
t_s	2,000
U_e [mm]	0,495



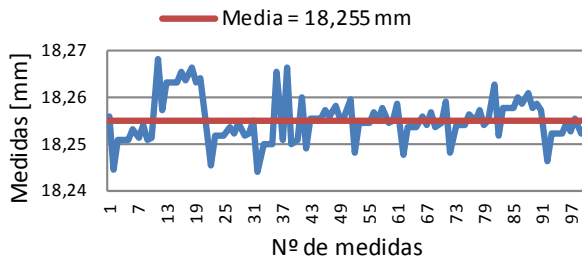
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



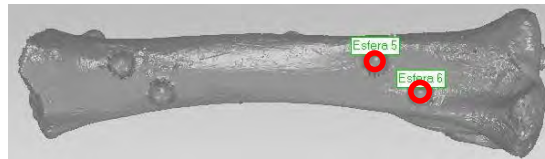
D7A - Distancia esf (5-6)



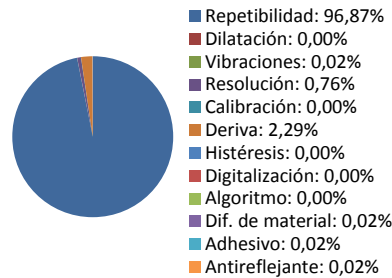
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (96,87%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,96%) y la resolución (24,32%).

$18,255 \pm 0,794 \text{ mm}$

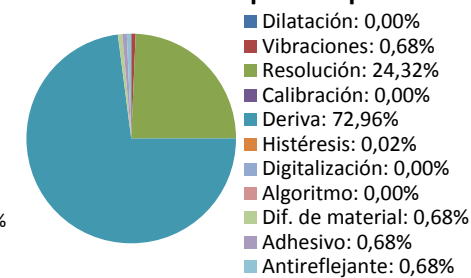
\bar{x} [mm]	18,255
U_c [mm]	0,397
GL	105
t_s	2,000
U_e [mm]	0,794



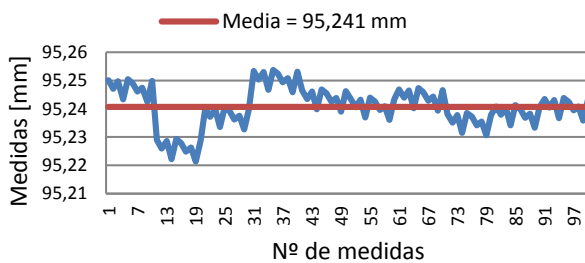
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



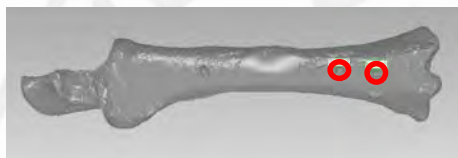
D7A - Distancia esf (5-7)



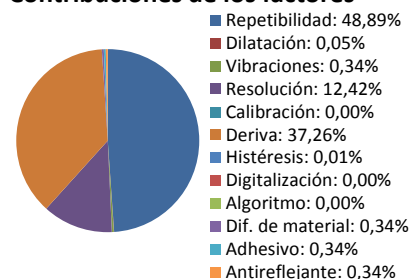
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (48,89%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,95%) y la resolución (24,30%).

$95,241 \pm 0,197 \text{ mm}$

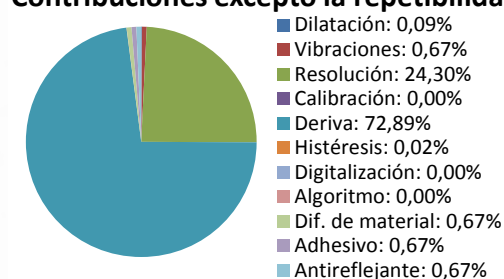
\bar{x} [mm]	95,241
U_c [mm]	0,098
GL	253
t_s	2,000
U_e [mm]	0,197



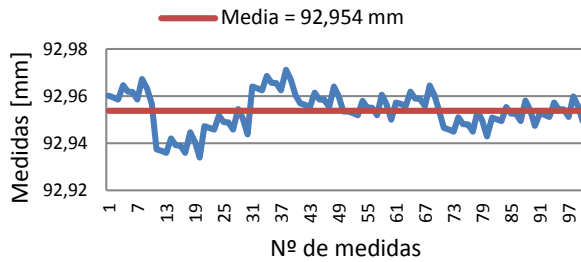
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D7A - Distancia esf (5-8)



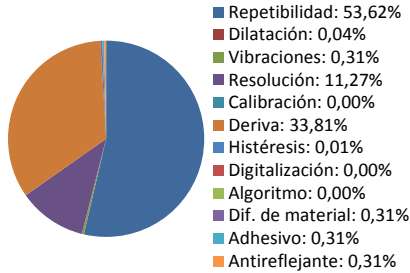
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (53,62%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,89%) y la resolución (24,30%).

$92,954 \pm 0,206 \text{ mm}$

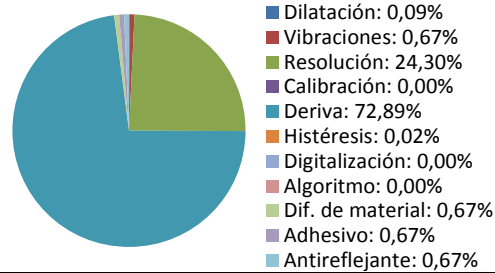
\bar{x} [mm]	92,954
U_c [mm]	0,103
GL	240
t_s	2,000
U_e [mm]	0,206



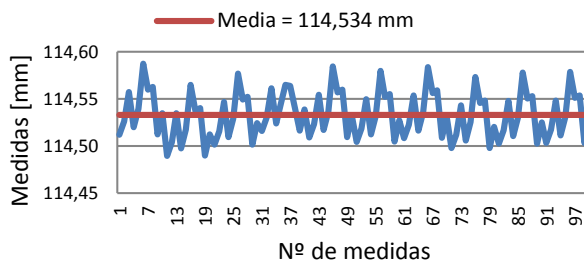
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D7A - Distancia esf (5-9)



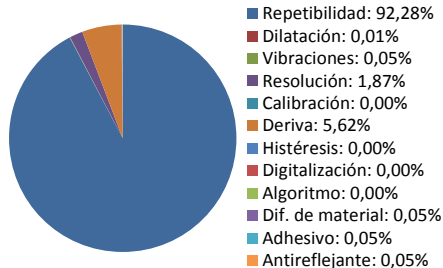
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (92,28%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,86%) y la resolución (24,29%).

$114,534 \pm 0,506 \text{ mm}$

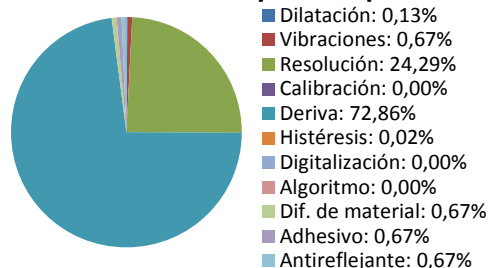
\bar{x} [mm]	114,534
U_c [mm]	0,253
GL	116
t_s	2,000
U_e [mm]	0,506



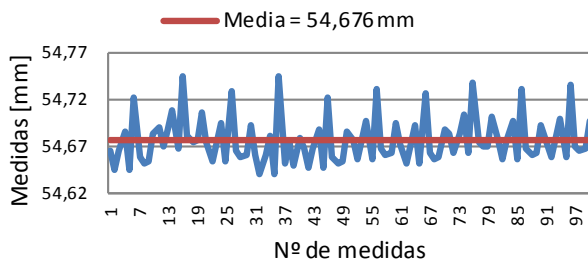
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D7A - Distancia esf (5-10)



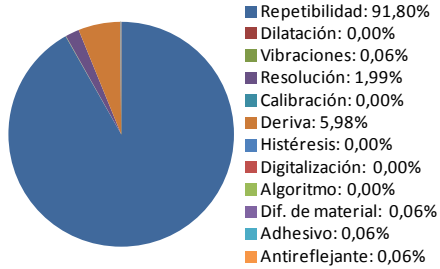
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (91,80%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,94%) y la resolución (24,31%).

$54,676 \pm 0,491 \text{ mm}$

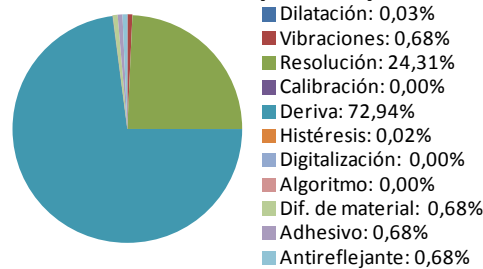
\bar{x} [mm]	54,676
U_c [mm]	0,245
GL	117
t_s	2,000
U_e [mm]	0,491



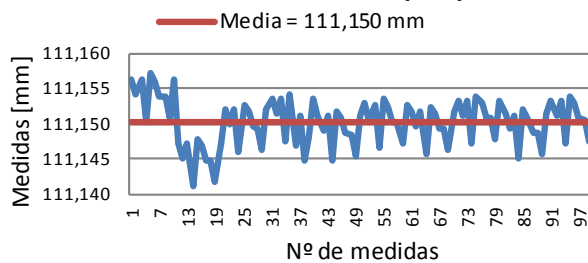
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D7A - Distancia esf (6-7)



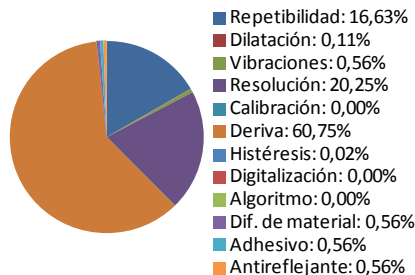
La Deriva es el factor que más contribuye a la incertidumbre (60,75%). Sin contar este factor los que más afectan son la repetibilidad (42,37%), compuesta por 100 mediciones, y la resolución (51,59%).

$111,150 \pm 0,154 \text{ mm}$

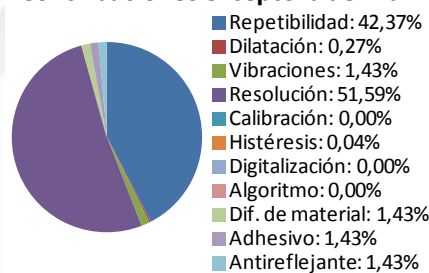
\bar{x} [mm]	111,150
U_c [mm]	0,077
GL	228
t_s	2,000
U_e [mm]	0,154



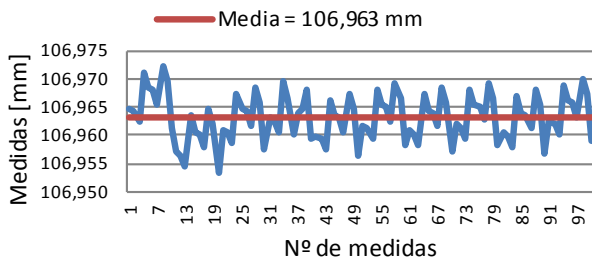
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la deriva



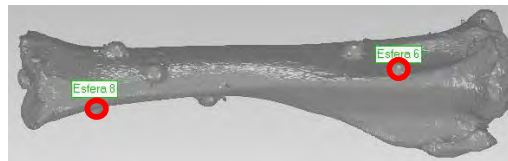
D7A - Distancia esf (6-8)



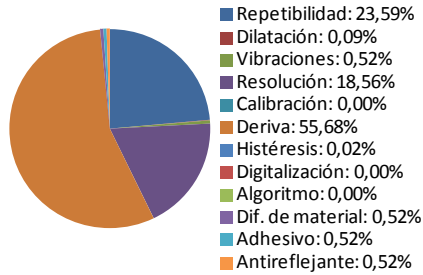
La Deriva es el factor que más contribuye a la incertidumbre (55,68%). Sin contar este factor los que más afectan son la repetibilidad (53,23%), compuesta por 100 mediciones, y la resolución (41,88%).

$106,963 \pm 0,161 \text{ mm}$

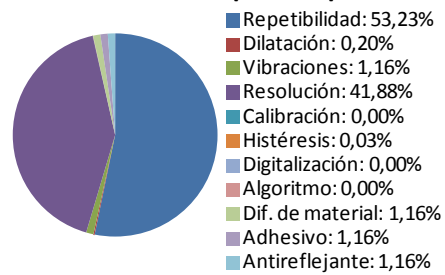
\bar{x} [mm]	106,963
U_c [mm]	0,080
GL	249
t_s	2,000
U_e [mm]	0,161



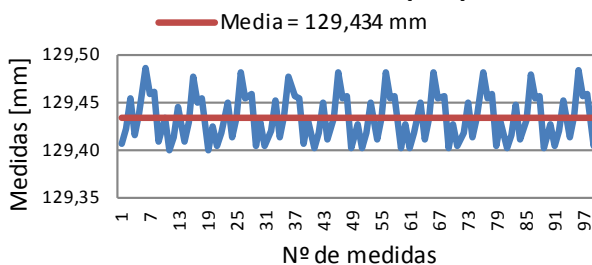
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D7A - Distancia esf (6-9)



La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (92,40%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,83%) y la resolución (24,28%).

$129,434 \pm 0,510 \text{ mm}$

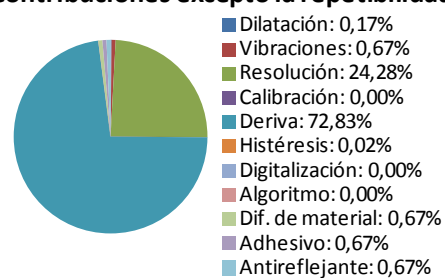
\bar{x} [mm]	129,434
U_c [mm]	0,255
GL	115
t_s	2,000
U_e [mm]	0,510



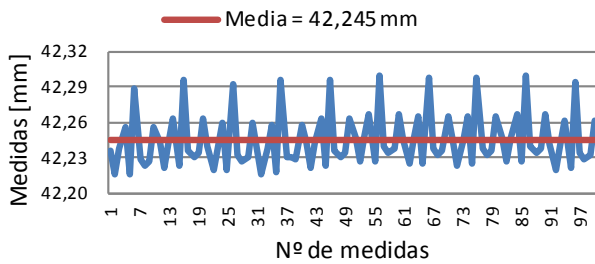
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D7A - Distancia esf (6-10)



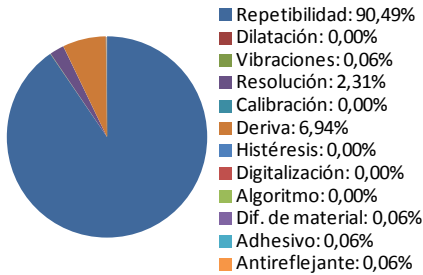
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (90,49%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,94%) y la resolución (24,31%).

$42,245 \pm 0,456 \text{ mm}$

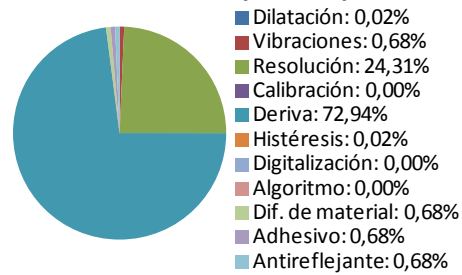
\bar{x} [mm]	42,245
U_c [mm]	0,228
GL	120
t_s	2,000
U_e [mm]	0,456



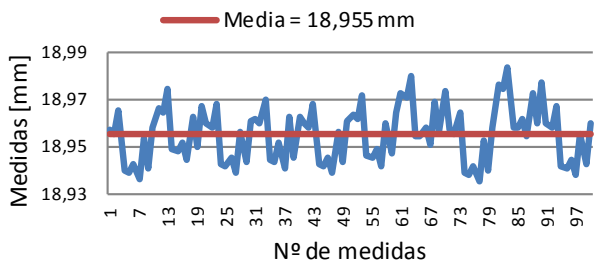
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D7A - Distancia esf (7-8)



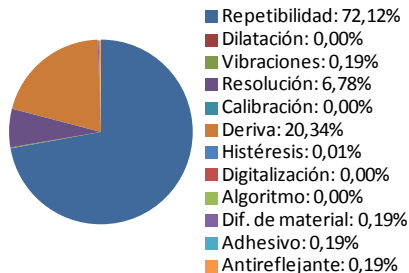
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (72,12%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,96%) y la resolución (24,32%).

$18,955 \pm 0,266 \text{ mm}$

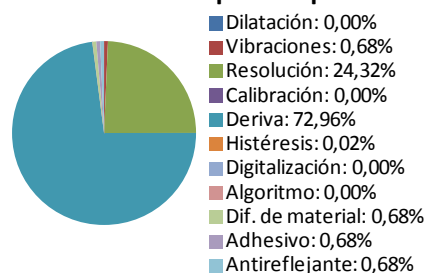
\bar{x} [mm]	18,955
U_c [mm]	0,133
GL	175
t_s	2,000
U_e [mm]	0,266



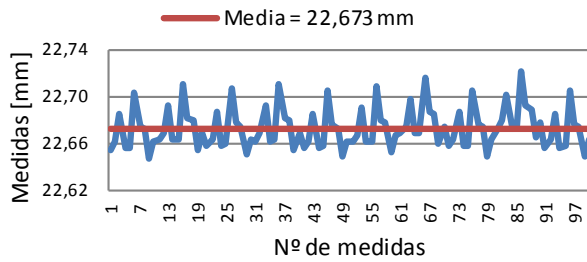
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



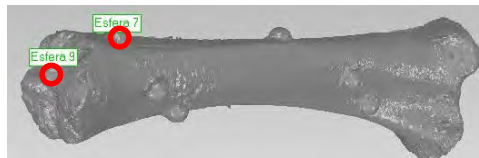
D7A - Distancia esf (7-9)



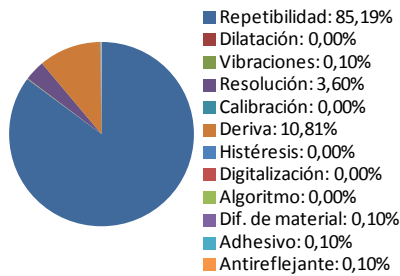
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (85,19%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,95%) y la resolución (24,32%).

$22,673 \pm 0,365 \text{ mm}$

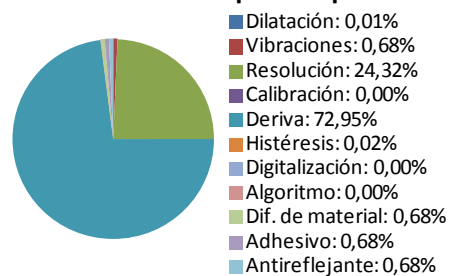
\bar{x} [mm]	22,673
U_c [mm]	0,183
GL	134
t_s	2,000
U_e [mm]	0,365



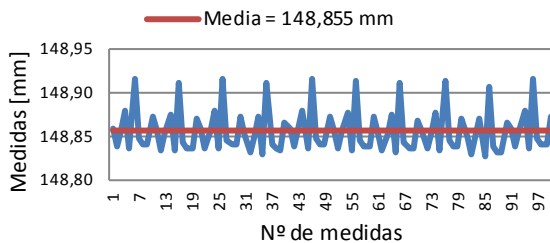
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D7A - Distancia esf (7-10)



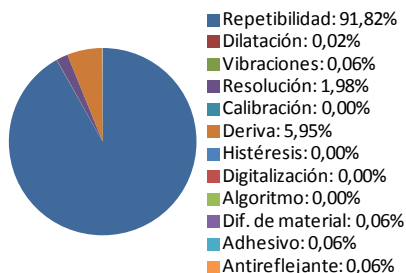
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (91,82%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,79%) y la resolución (24,26%).

$148,855 \pm 0,492 \text{ mm}$

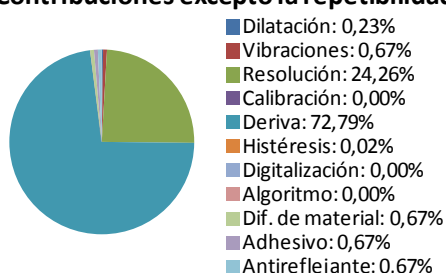
\bar{x} [mm]	148,855
U_c [mm]	0,246
GL	117
t_s	2,000
U_e [mm]	0,492



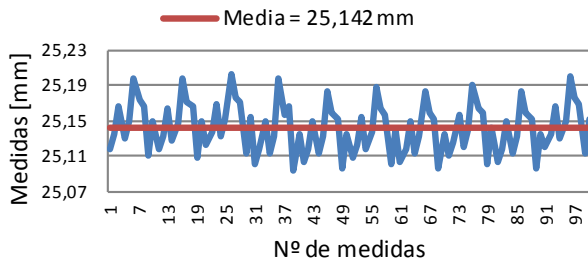
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D7A - Distancia esf (8-9)



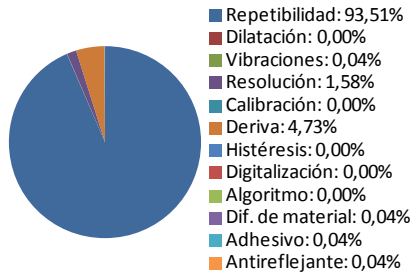
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (93,51%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,95%) y la resolución (24,32%).

$25,142 \pm 0,551 \text{ mm}$

\bar{x} [mm]	25,142
U_c [mm]	0,276
GL	113
t_s	2,000
U_e [mm]	0,551



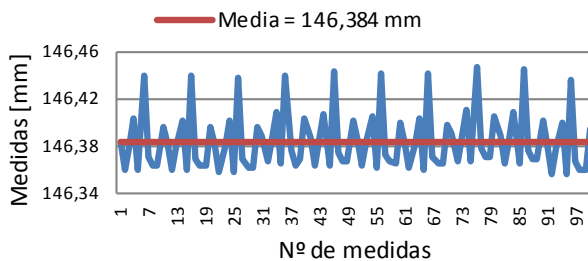
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D7A - Distancia esf (8-10)



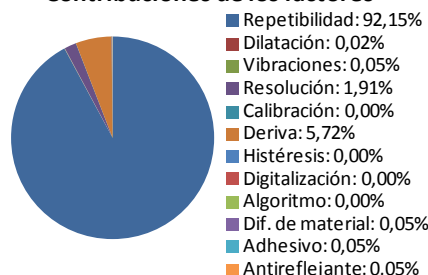
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (92,15%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,80%) y la resolución (24,27%).

$146,384 \pm 0,502 \text{ mm}$

\bar{x} [mm]	146,384
U_c [mm]	0,251
GL	116
t_s	2,000
U_e [mm]	0,502



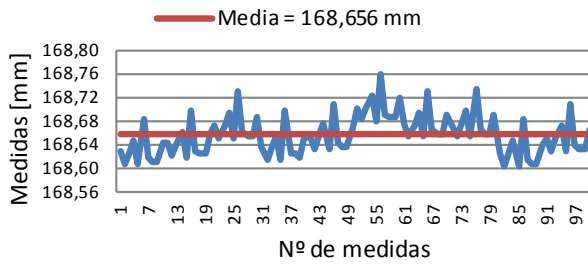
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D7A - Distancia esf (9-10)



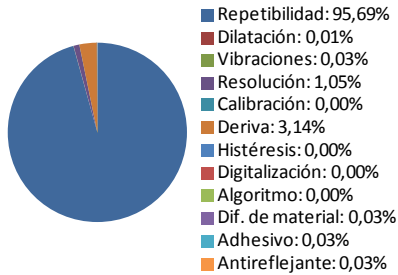
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (95,69%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,75%) y la resolución (24,25%).

$168,656 \pm 0,678 \text{ mm}$

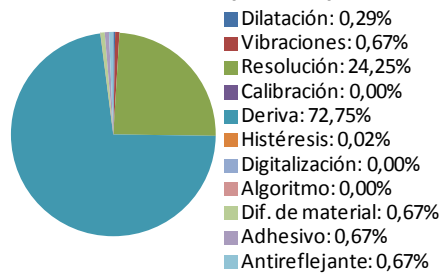
\bar{x} [mm]	168,656
U_c [mm]	0,339
GL	108
t_s	2,000
U_e [mm]	0,678



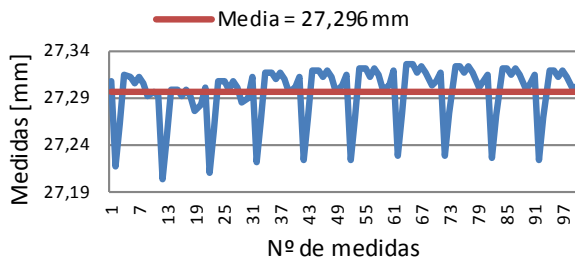
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



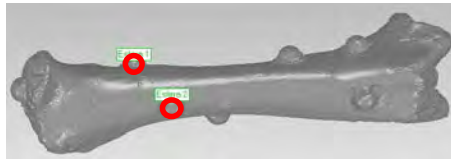
D10A - Distancia esf (1-2)



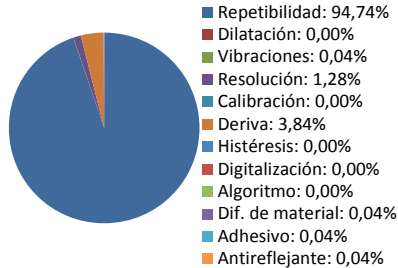
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (94,74%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,95%) y la resolución (24,32%).

$27,296 \pm 0,613 \text{ mm}$

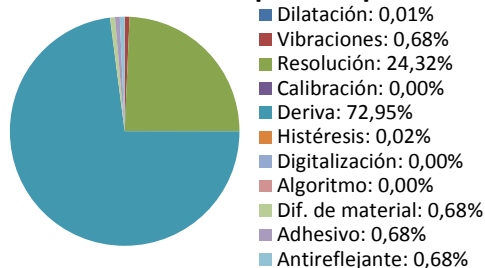
\bar{x} [mm]	27,296
U_c [mm]	0,306
GL	110
t_s	2,000
U_e [mm]	0,613



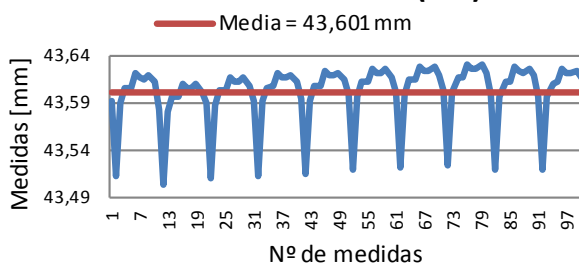
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D10A - Distancia esf (1-3)



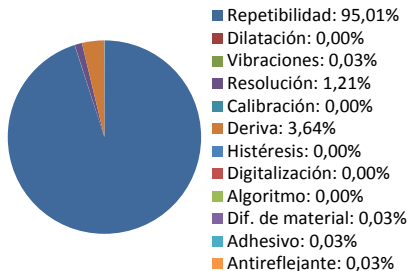
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (95,01%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,94%) y la resolución (24,31%).

$43,601 \pm 0,629 \text{ mm}$

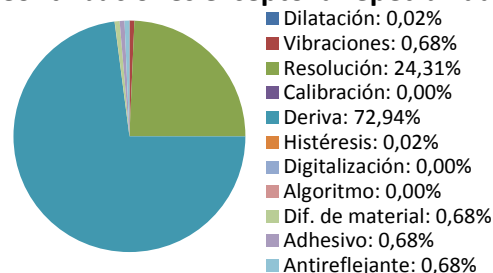
\bar{x} [mm]	43,601
U_c [mm]	0,314
GL	110
t_s	2,000
U_e [mm]	0,629



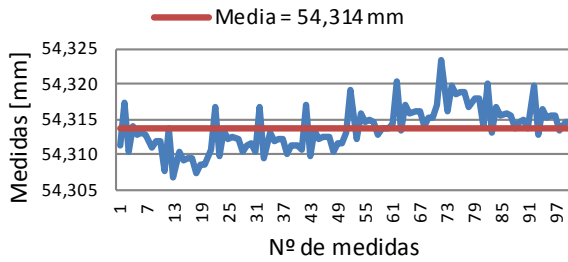
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



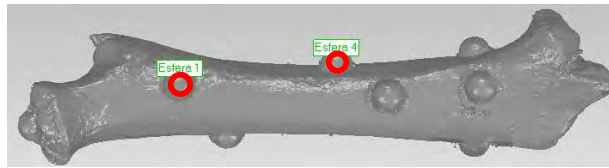
D10A - Distancia esf (1-4)



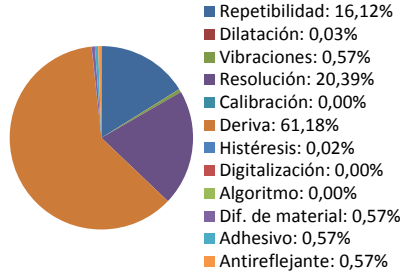
La Deriva es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (61,18%). Sin contar este factor los que más afectan son la repetibilidad (41,52%), compuesto por 100 mediciones, y la resolución (52,53%)

$54,314 \pm 0,153 \text{ mm}$

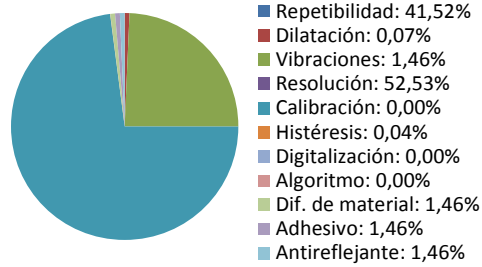
\bar{x} [mm]	54,314
U_c [mm]	0,077
GL	226
t_s	2,000
U_e [mm]	0,153



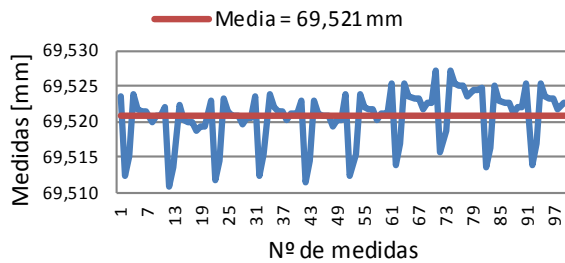
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la deriva



D10A - Distancia esf (1-5)



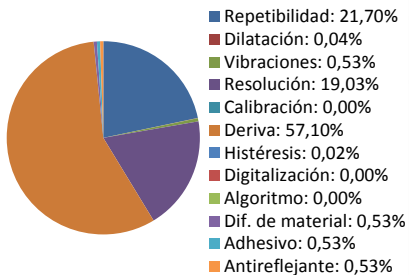
La Deriva es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (57,10%). Sin contar este factor los que más afectan son la repetibilidad (50,58%), compuesto por 100 mediciones, y la resolución (44,37%)

$69,521 \pm 0,159 \text{ mm}$

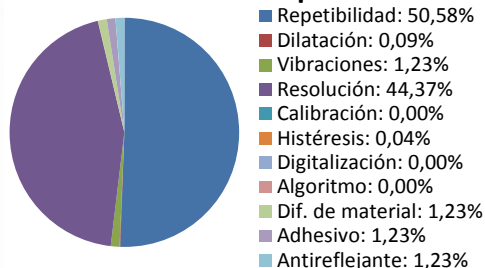
\bar{x} [mm]	69,521
U_c [mm]	0,079
GL	244
t_s	2,000
U_e [mm]	0,159



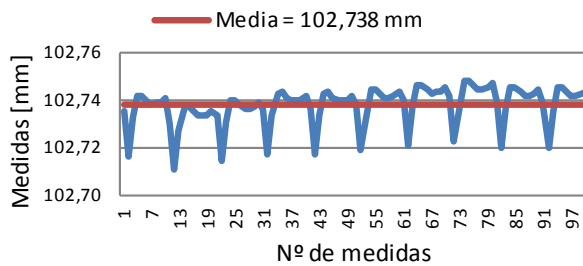
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la deriva



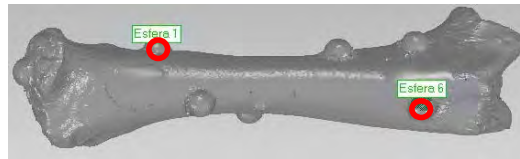
D10A - Distancia esf (1-6)



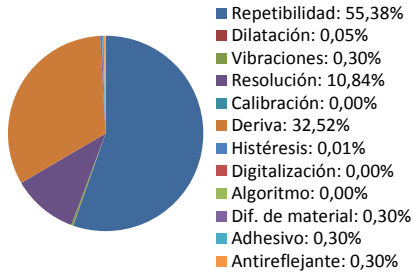
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (55,38%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,88%) y la resolución (24,29%).

$102,738 \pm 0,210 \text{ mm}$

\bar{x} [mm]	102,738
U_c [mm]	0,105
GL	234
t_s	2,000
U_e [mm]	0,210



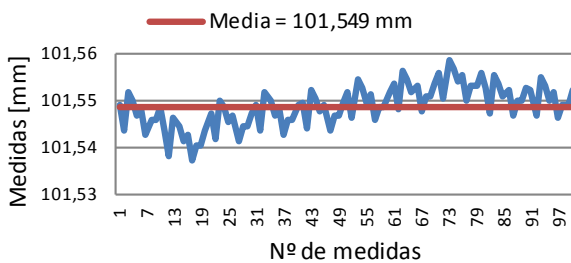
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D10A - Distancia esf (1-7)



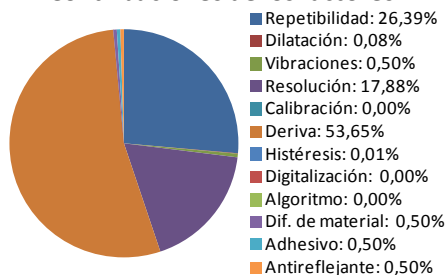
La Deriva es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (53,65%). Sin contar este factor los que más afectan son la repetibilidad (56,93%), compuesto por 100 mediciones, y la resolución (38,58%).

$101,549 \pm 0,164 \text{ mm}$

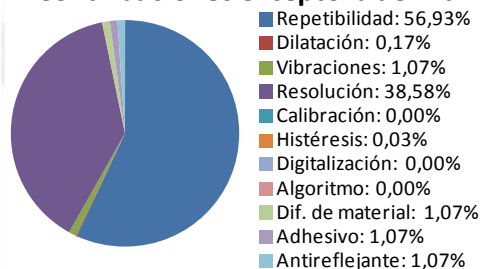
\bar{x} [mm]	101,549
U_c [mm]	0,082
GL	256
t_s	2,000
U_e [mm]	0,164



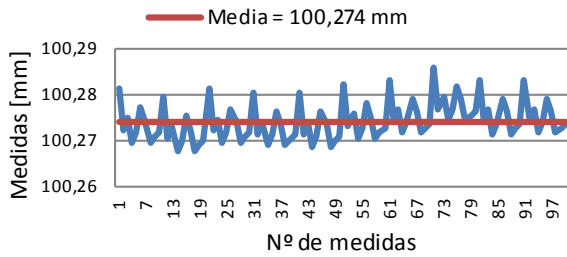
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la deriva



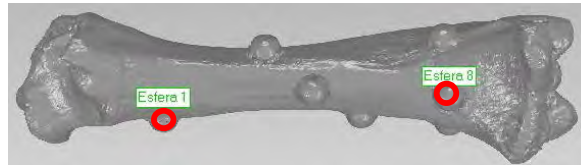
D10A - Distancia esf (1-8)



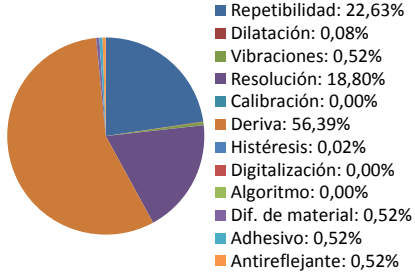
La Deriva es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (56,39%). Sin contar este factor los que más afectan son la repetibilidad (51,90%), compuesto por 100 mediciones, y la resolución (43,10%)

$100,274 \pm 0,160 \text{ mm}$

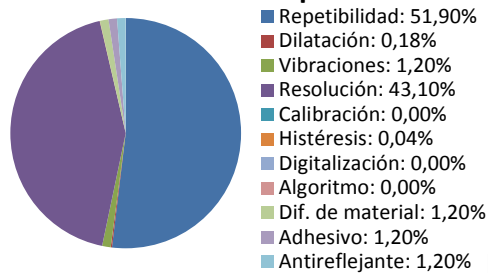
\bar{x} [mm]	100,274
U_c [mm]	0,080
GL	247
t_s	2,000
U_e [mm]	0,160



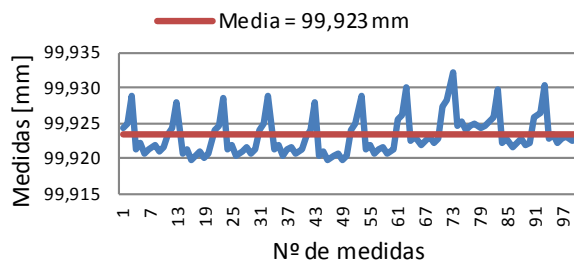
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la deriva



D10A - Distancia esf (1-9)



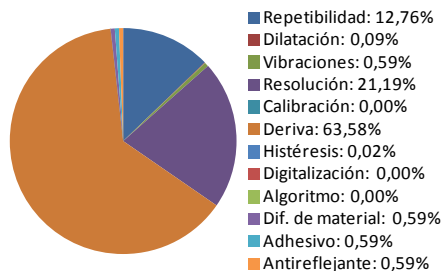
La Deriva es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (63,58%). Sin contar este factor los que más afectan son la repetibilidad (35,05%), compuesto por 100 mediciones, y la resolución (58,19%)

$99,923 \pm 0,150 \text{ mm}$

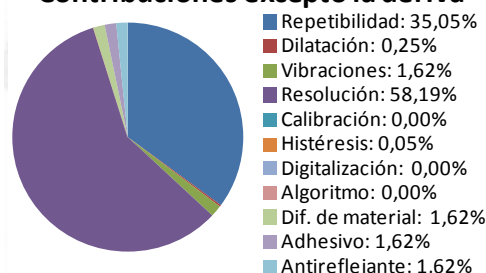
\bar{x} [mm]	99,923
U_c [mm]	0,075
GL	215
t_s	2,000
U_e [mm]	0,150



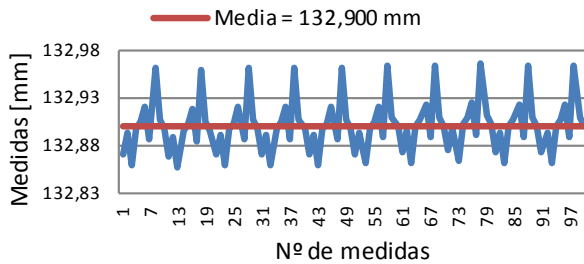
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la deriva



D10A - Distancia esf (1-10)



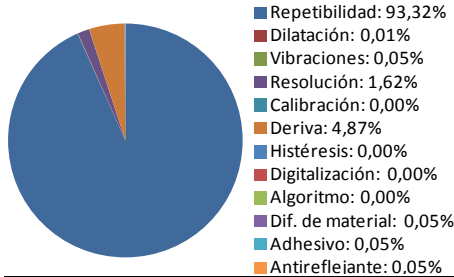
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (93,32%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,83%) y la resolución (24,28%).

$132,900 \pm 0,544 \text{ mm}$

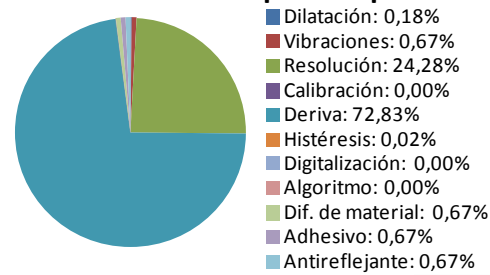
\bar{x} [mm]	132,900
U_c [mm]	0,272
GL	113
t_s	2,000
U_e [mm]	0,544



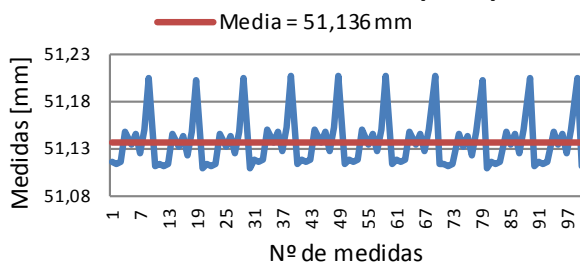
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D10A - Distancia esf (1-11)



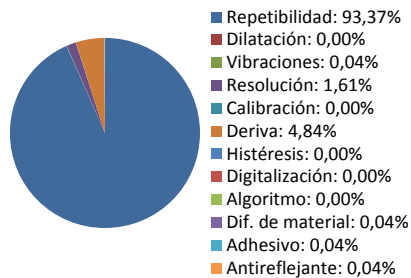
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (93,37%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,94%) y la resolución (24,31%).

$51,136 \pm 0,546 \text{ mm}$

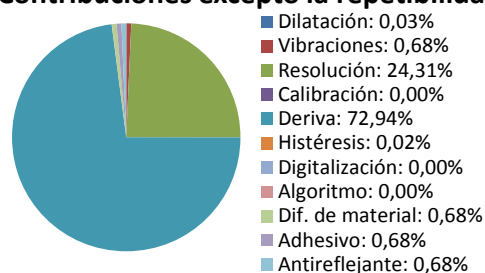
\bar{x} [mm]	51,136
U_c [mm]	0,273
GL	113
t_s	2,000
U_e [mm]	0,546



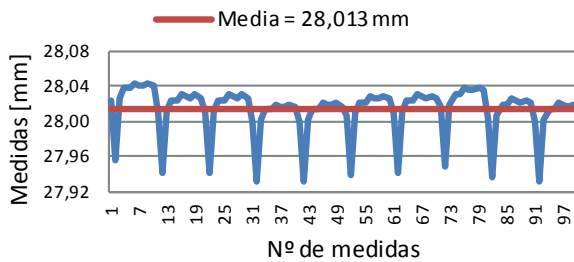
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



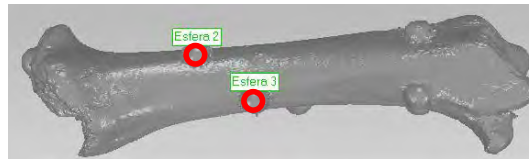
D10A - Distancia esf (2-3)



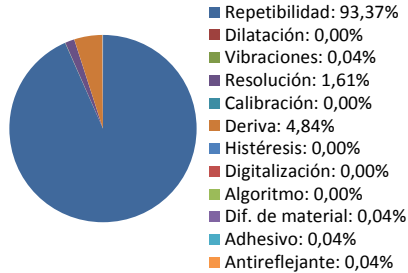
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (93,37%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,95%) y la resolución (24,32%).

$28,013 \pm 0,546 \text{ mm}$

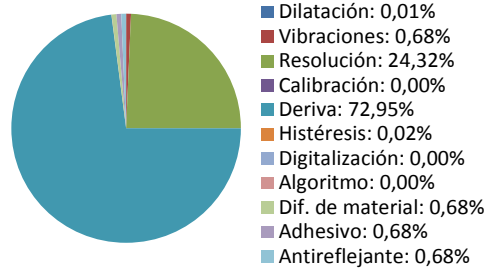
\bar{x} [mm]	28,013
U_c [mm]	0,273
GL	113
t_s	2,000
U_e [mm]	0,546



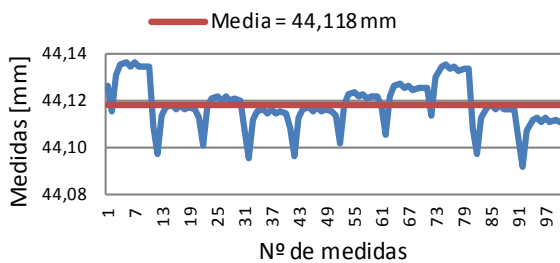
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D10A - Distancia esf (2-4)



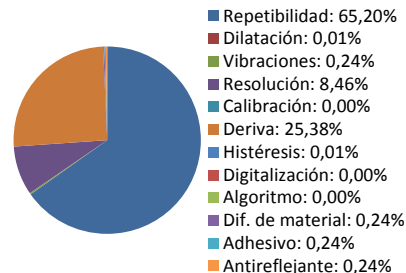
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (65,20%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,94%) y la resolución (24,31%).

$44,118 \pm 0,238 \text{ mm}$

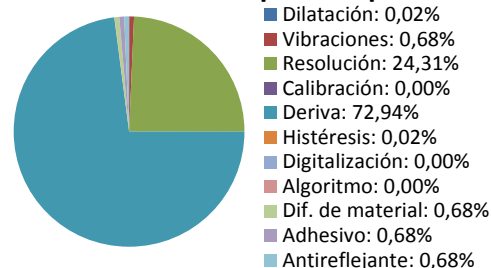
\bar{x} [mm]	44,118
U_c [mm]	0,119
GL	200
t_s	2,000
U_e [mm]	0,238



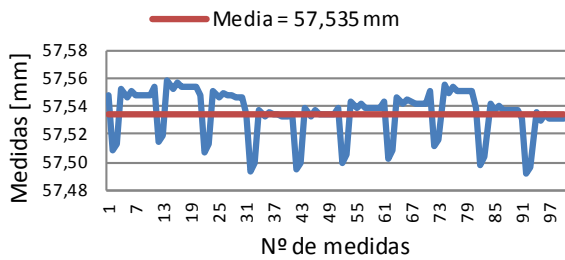
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D10A - Distancia esf (2-5)



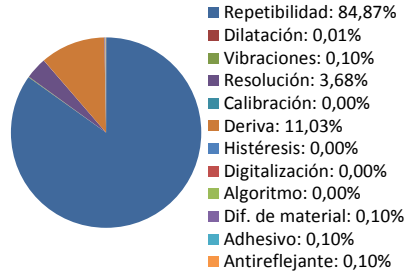
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (84,87%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,93%) y la resolución (24,31%).

$57,535 \pm 0,361 \text{ mm}$

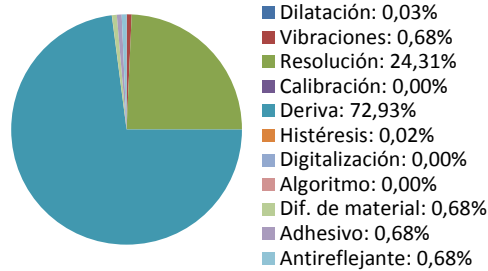
\bar{x} [mm]	57,535
U_c [mm]	0,181
GL	135
t_s	2,000
U_e [mm]	0,361



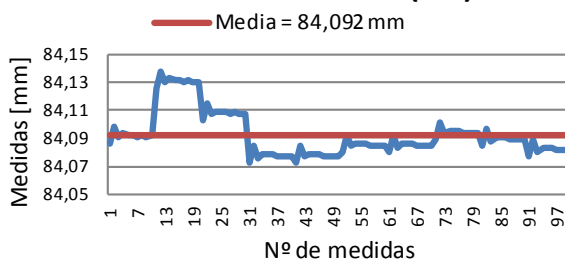
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D10A - Distancia esf (2-6)



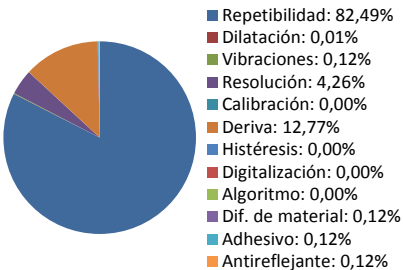
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (82,49%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,91%) y la resolución (24,30%).

$84,092 \pm 0,336 \text{ mm}$

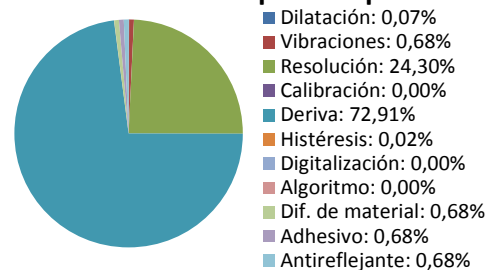
\bar{x} [mm]	84,092
U_c [mm]	0,168
GL	142
t_s	2,000
U_e [mm]	0,336



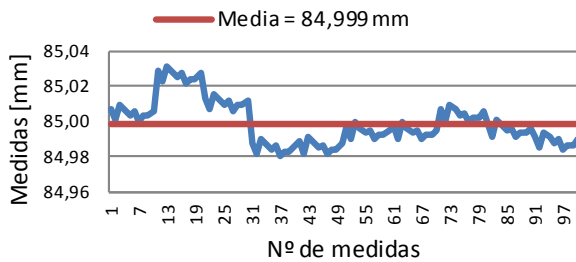
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D10A - Distancia esf (2-7)



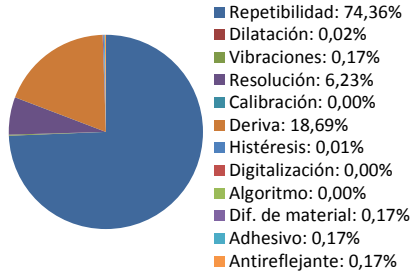
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (74,36%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,90%) y la resolución (24,30%).

$84,999 \pm 0,278 \text{ mm}$

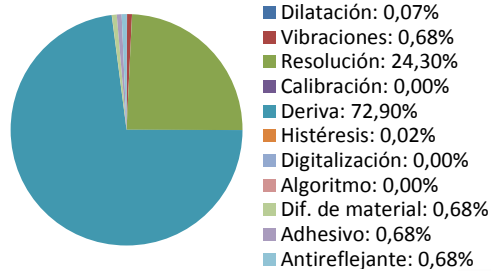
\bar{x} [mm]	84,999
U_c [mm]	0,139
GL	167
t_s	2,000
U_e [mm]	0,278



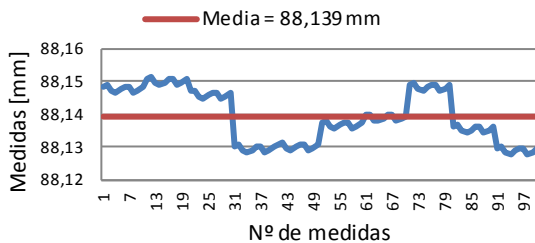
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D10A - Distancia esf (2-8)



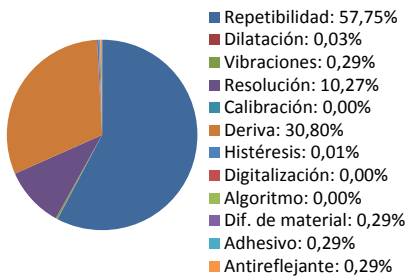
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (57,75%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,90%) y la resolución (24,30%).

$88,139 \pm 0,216 \text{ mm}$

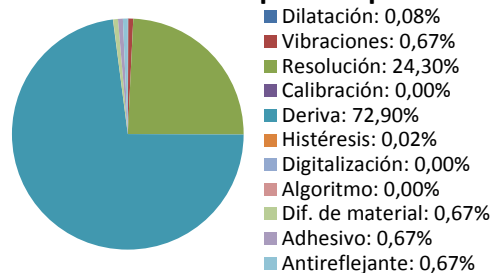
\bar{x} [mm]	88,139
U_c [mm]	0,108
GL	226
t_s	2,000
U_e [mm]	0,216



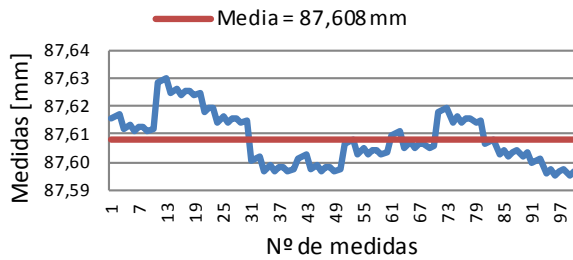
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



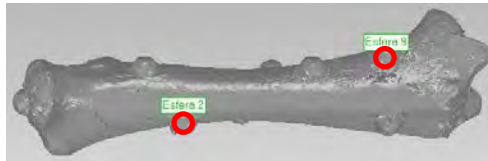
D10A - Distancia esf (2-9)



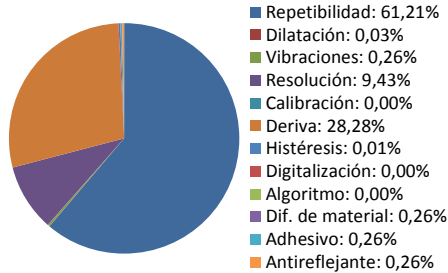
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (61,21%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,90%) y la resolución (24,30%).

$87,608 \pm 0,226 \text{ mm}$

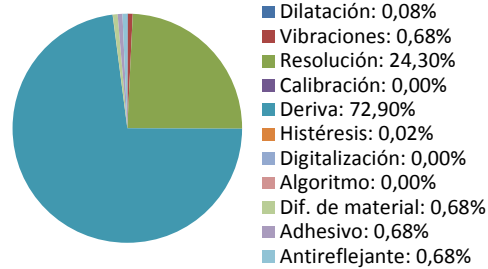
\bar{x} [mm]	87,608
U_c [mm]	0,113
GL	214
t_s	2,000
U_e [mm]	0,226



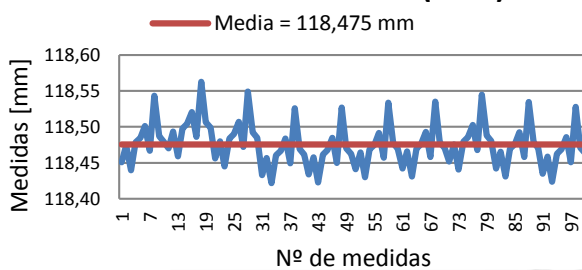
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D10A - Distancia esf (2-10)



La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (94,37%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,85%) y la resolución (24,28%).

$118,475 \pm 0,593 \text{ mm}$

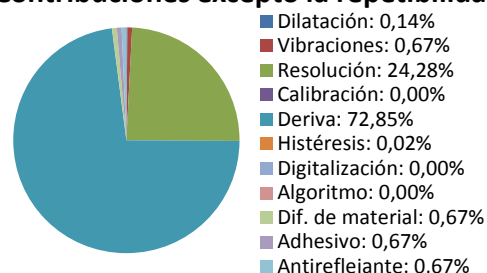
\bar{x} [mm]	118,475
U_c [mm]	0,296
GL	111
t_s	2,000
U_e [mm]	0,593



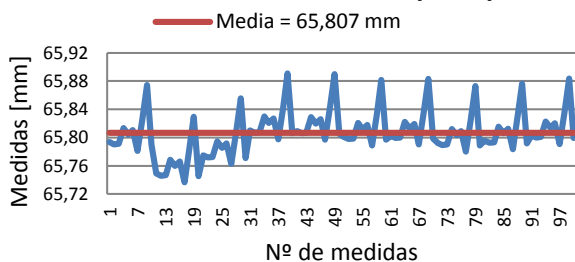
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D10A - Distancia esf (2-11)



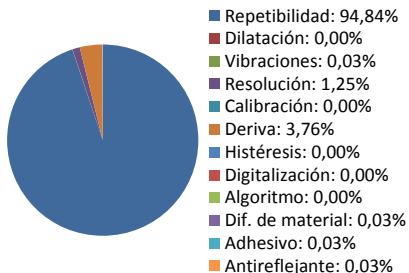
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (94,84%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,93%) y la resolución (24,31%).

$65,807 \pm 0,619 \text{ mm}$

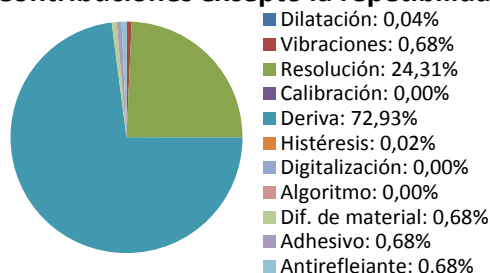
\bar{x} [mm]	65,807
U_c [mm]	0,309
GL	110
t_s	2,000
U_e [mm]	0,619



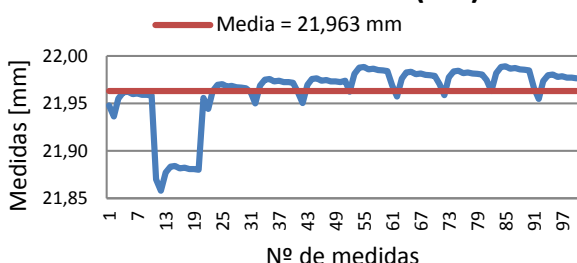
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



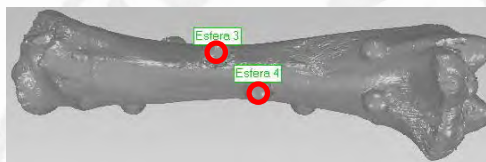
D10A - Distancia esf (3-4)



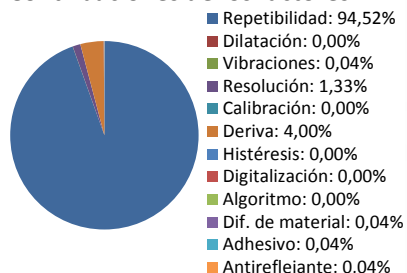
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (94,52%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,95%) y la resolución (24,32%).

$21,963 \pm 0,600 \text{ mm}$

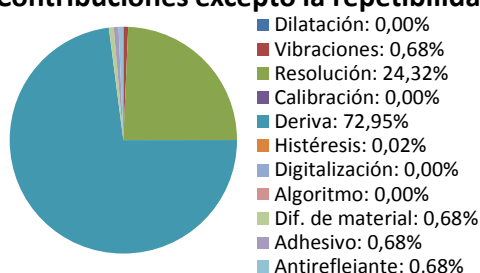
\bar{x} [mm]	21,963
U_c [mm]	0,300
GL	111
t_s	2,000
U_e [mm]	0,600



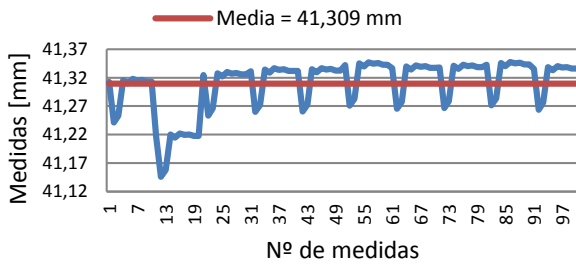
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



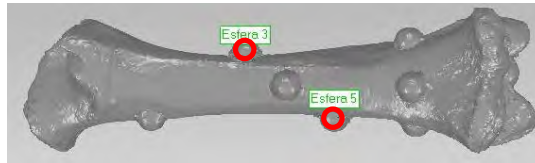
D10A - Distancia esf (3-5)



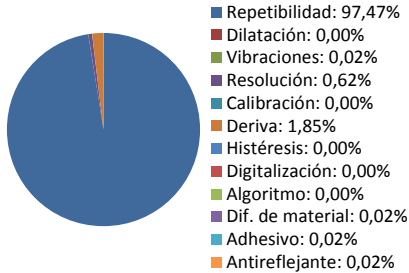
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (97,47%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,95%) y la resolución (24,32%).

$41,309 \pm 0,883 \text{ mm}$

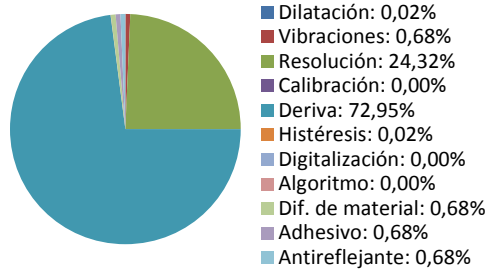
\bar{x} [mm]	41,309
U_c [mm]	0,441
GL	104
t_s	2,000
U_e [mm]	0,883



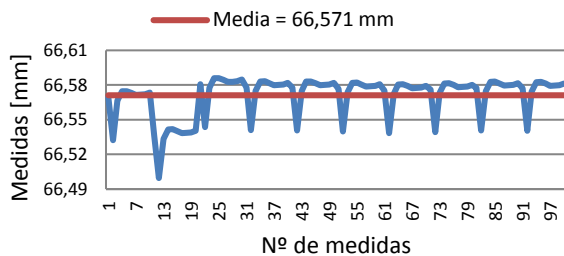
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D10A - Distancia esf (3-6)



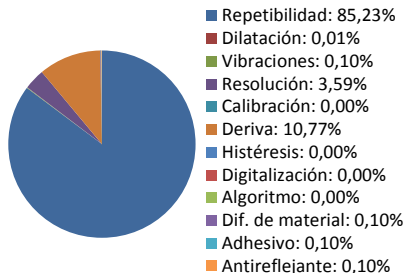
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (85,23%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,92%) y la resolución (24,31%).

$66,571 \pm 0,366 \text{ mm}$

\bar{x} [mm]	66,571
U_c [mm]	0,183
GL	134
t_s	2,000
U_e [mm]	0,366



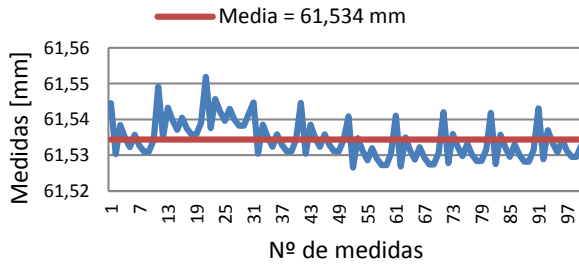
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



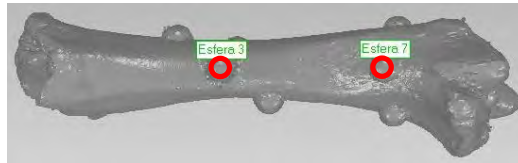
D10A - Distancia esf (3-7)



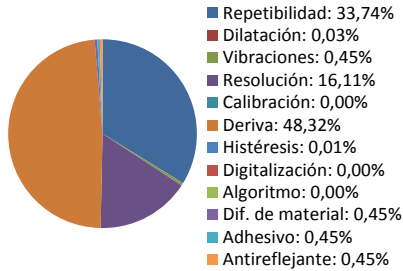
La Deriva es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (48,32%). Sin contar este factor los que más afectan son la repetibilidad (65,29%), compuesto por 100 mediciones, y la resolución (31,17%)

$61,534 \pm 0,173 \text{ mm}$

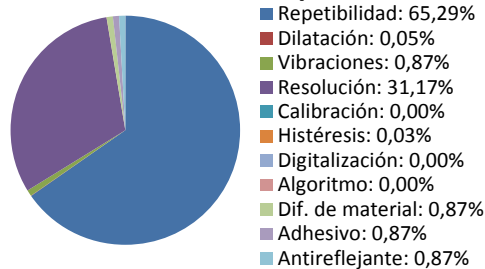
\bar{x} [mm]	61,534
U_c [mm]	0,086
GL	267
t_s	2,000
U_e [mm]	0,173



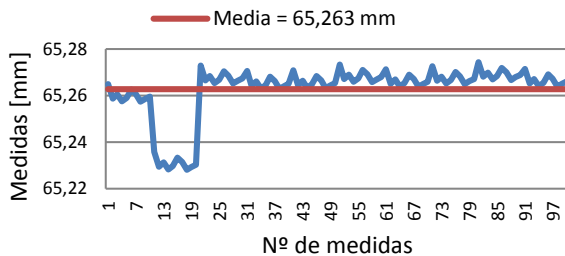
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la deriva



D10A - Distancia esf (3-8)



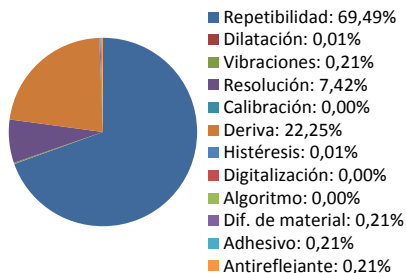
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (69,49%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,93%) y la resolución (24,31%).

$65,263 \pm 0,254 \text{ mm}$

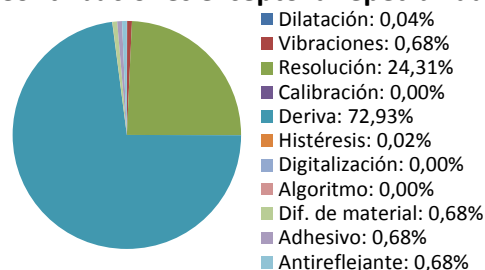
\bar{x} [mm]	65,263
U_c [mm]	0,127
GL	184
t_s	2,000
U_e [mm]	0,254



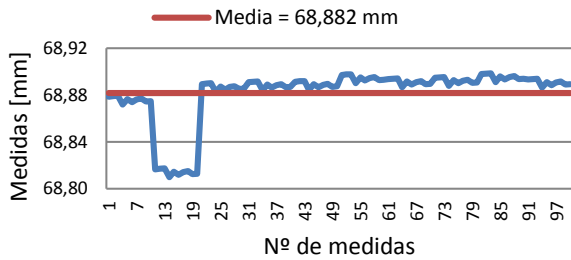
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D10A - Distancia esf (3-9)



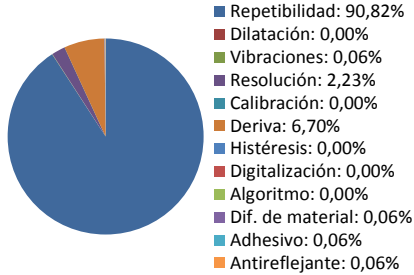
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (90,82%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,92%) y la resolución (24,31%).

$68,882 \pm 0,464 \text{ mm}$

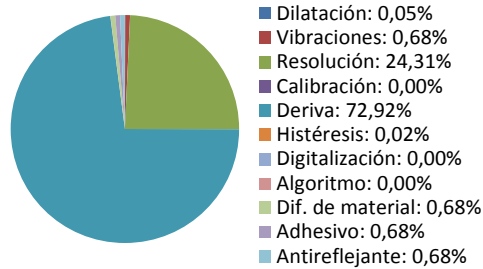
\bar{x} [mm]	68,882
U_c [mm]	0,232
GL	119
t_s	2,000
U_e [mm]	0,464



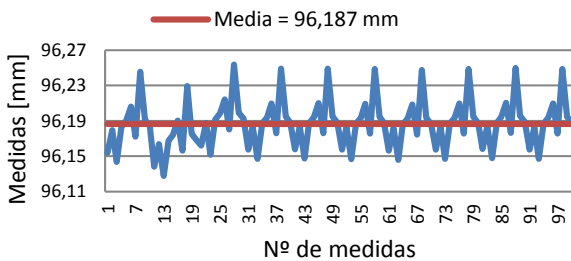
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la deriva



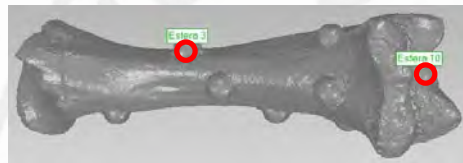
D10A - Distancia esf (3-10)



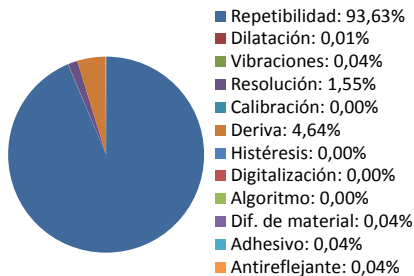
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (93,63%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,94%) y la resolución (24,31%).

$96,187 \pm 0,557 \text{ mm}$

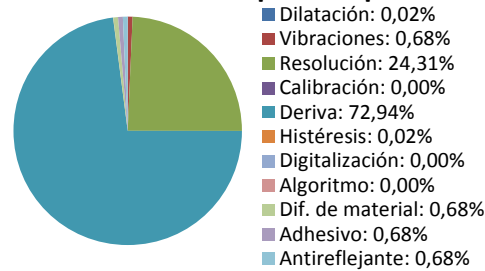
\bar{x} [mm]	96,187
U_c [mm]	0,278
GL	113
t_s	2,000
U_e [mm]	0,557



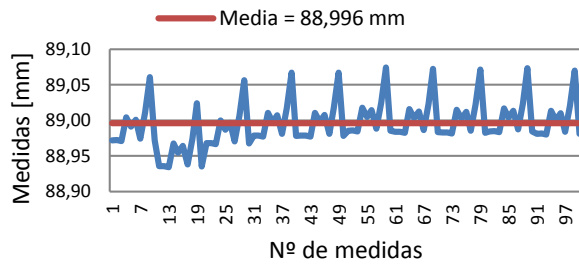
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D10A - Distancia esf (3-11)



La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (94,67%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,90%) y la resolución (24,30%).

$88,996 \pm 0,609 \text{ mm}$

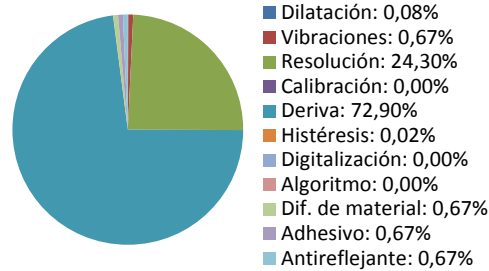
\bar{x} [mm]	88,996
U_c [mm]	0,304
GL	110
t_s	2,000
U_e [mm]	0,609



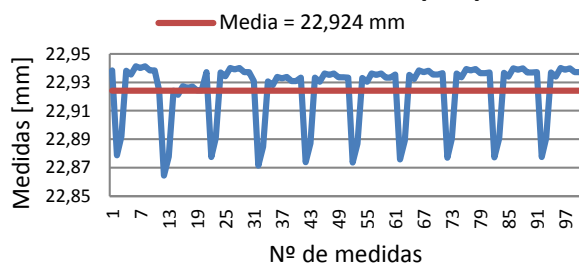
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D10A - Distancia esf (4-5)



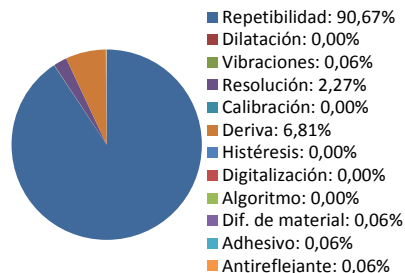
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (90,67%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,95%) y la resolución (24,32%).

$22,924 \pm 0,460 \text{ mm}$

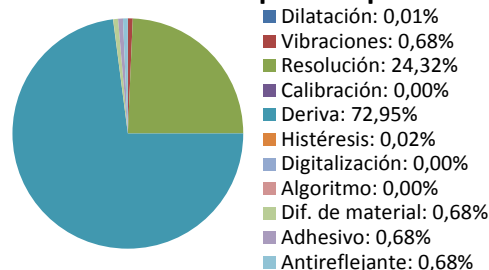
\bar{x} [mm]	22,924
U_c [mm]	0,230
GL	120
t_s	2,000
U_e [mm]	0,460



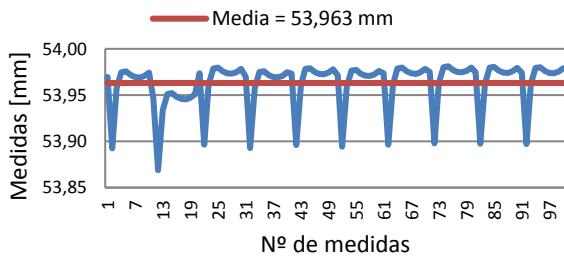
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D10A - Distancia esf (4-6)



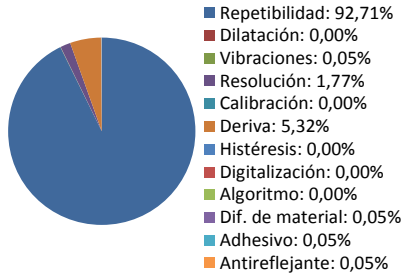
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (92,71%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,94%) y la resolución (24,31%).

$53,963 \pm 0,520 \text{ mm}$

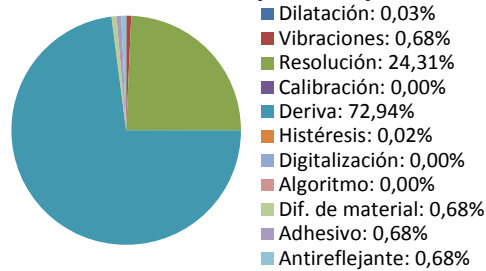
\bar{x} [mm]	53,963
U_c [mm]	0,260
GL	115
t_s	2,000
U_e [mm]	0,520



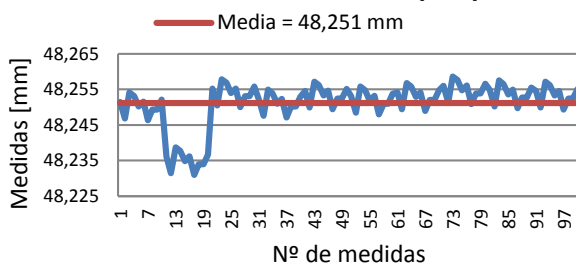
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D10A - Distancia esf (4-7)



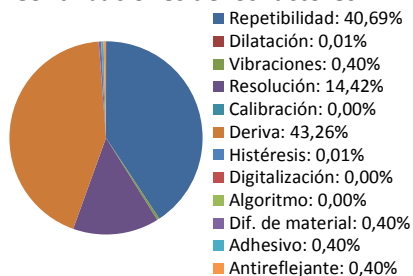
La Deriva es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (43,26%). Sin contar este factor los que más afectan son la repetibilidad (71,71%), compuesto por 100 mediciones, y la resolución (25,41%)

$48,251 \pm 0,182 \text{ mm}$

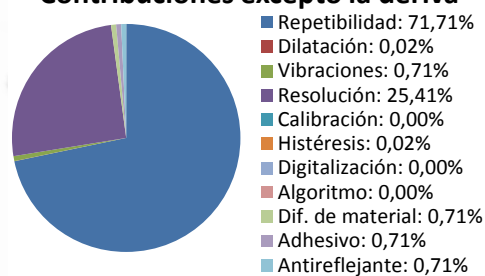
\bar{x} [mm]	48,251
U_c [mm]	0,091
GL	266
t_s	2,000
U_e [mm]	0,182



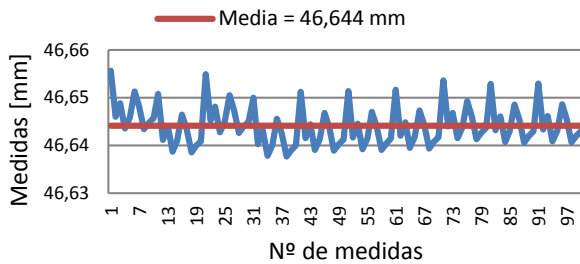
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la deriva



D10A - Distancia esf (4-8)



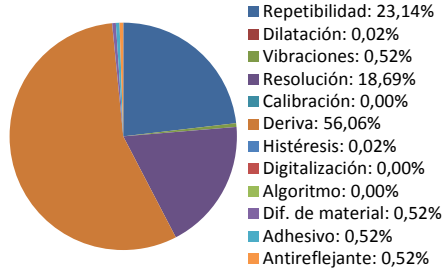
La Deriva es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (56,06%). Sin contar este factor los que más afectan son la repetibilidad (52,66%), compuesto por 100 mediciones, y la resolución (42,53%).

$46,644 \pm 0,160 \text{ mm}$

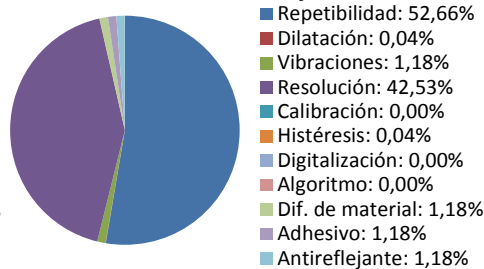
\bar{x} [mm]	46,644
U_c [mm]	0,080
GL	248
t_s	2,000
U_e [mm]	0,160



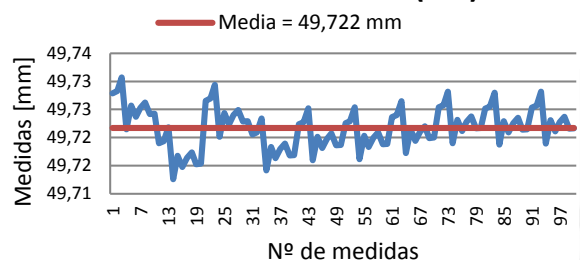
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la deriva



D10A - Distancia esf (4-9)



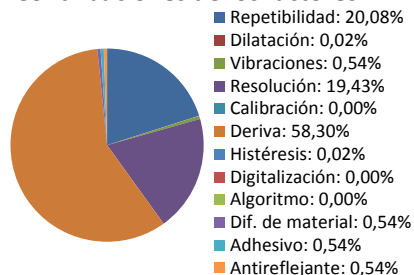
La Deriva es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (58,30%). Sin contar este factor los que más afectan son la repetibilidad (48,14%), compuesto por 100 mediciones, y la resolución (46,59%).

$49,722 \pm 0,157 \text{ mm}$

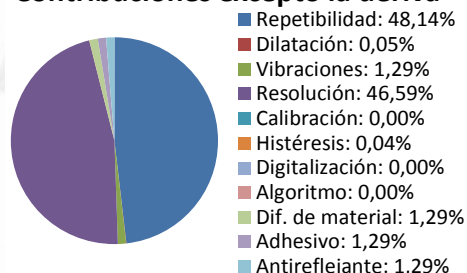
\bar{x} [mm]	49,722
U_c [mm]	0,079
GL	239
t_s	2,000
U_e [mm]	0,157



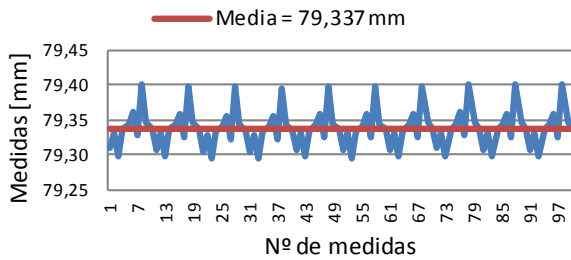
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la deriva



D10A - Distancia esf (4-10)



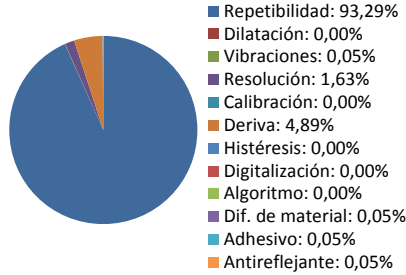
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (93,29%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,91%) y la resolución (24,30%).

$79,337 \pm 0,543 \text{ mm}$

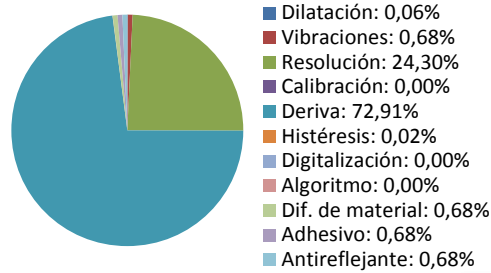
\bar{x} [mm]	79,337
U_c [mm]	0,271
GL	113
t_s	2,000
U_e [mm]	0,543



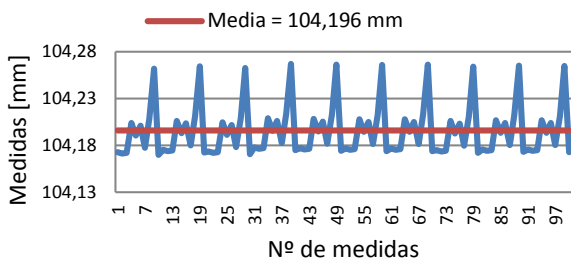
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D10A - Distancia esf (4-11)



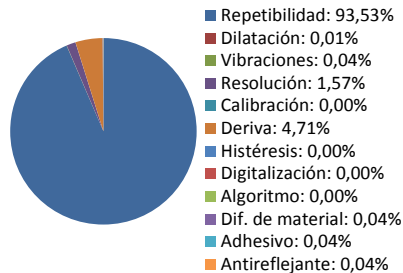
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (93,53%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,88%) y la resolución (24,29%).

$104,196 \pm 0,553 \text{ mm}$

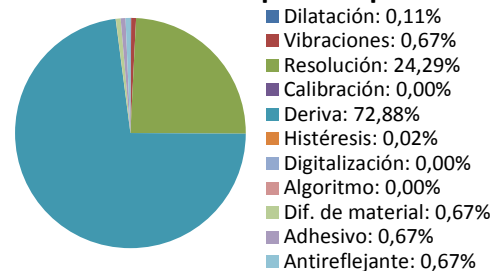
\bar{x} [mm]	104,196
U_c [mm]	0,276
GL	113
t_s	2,000
U_e [mm]	0,553



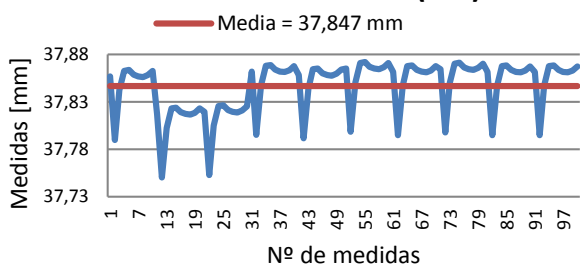
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D10A - Distancia esf (5-6)



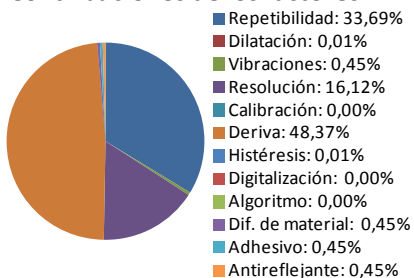
La Deriva es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (48,37%). Sin contar este factor los que más afectan son la repetibilidad (65,26%), compuesto por 100 mediciones, y la resolución (31,23%).

$37,847 \pm 0,557 \text{ mm}$

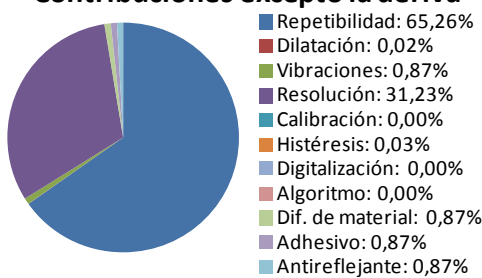
\bar{x} [mm]	37,847
U_c [mm]	0,279
GL	113
t_s	2,000
U_e [mm]	0,557



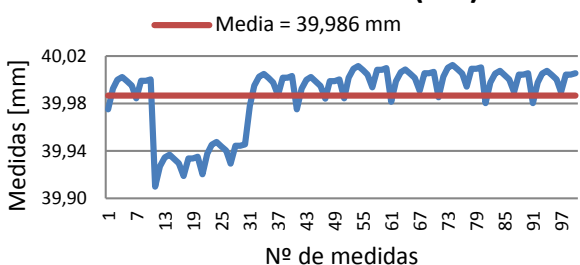
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la deriva



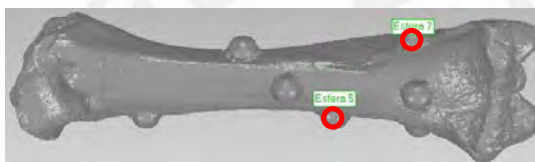
D10A - Distancia esf (5-7)



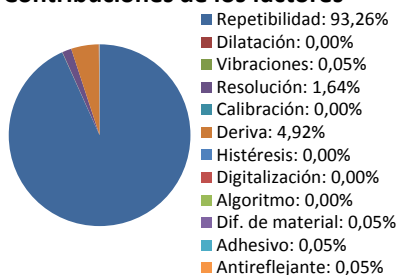
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (93,26%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,95%) y la resolución (24,32%).

$39,986 \pm 0,541 \text{ mm}$

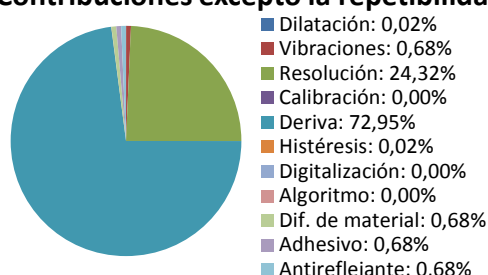
\bar{x} [mm]	39,986
U_c [mm]	0,271
GL	113
t_s	2,000
U_e [mm]	0,541



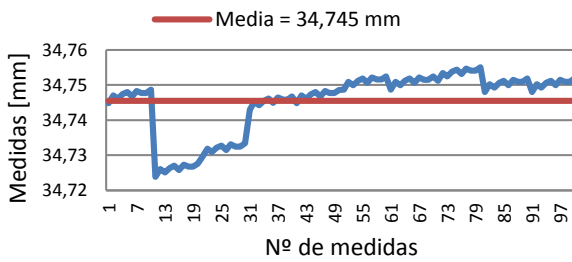
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D10A - Distancia esf (5-8)



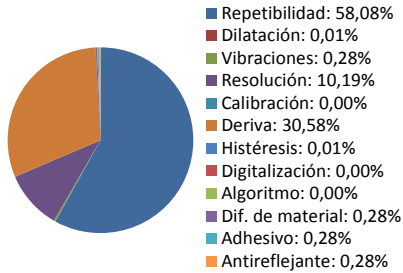
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (58,08%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,95%) y la resolución (24,32%).

$34,745 \pm 0,217 \text{ mm}$

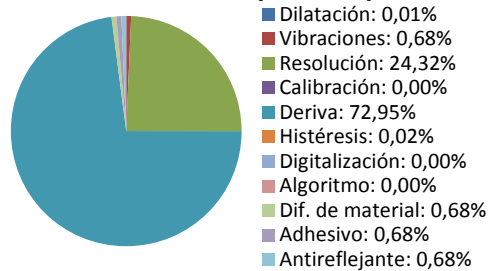
\bar{x} [mm]	34,745
U_c [mm]	0,108
GL	225
t_s	2,000
U_e [mm]	0,217



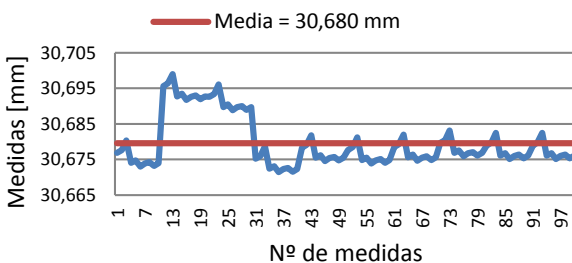
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D10A - Distancia esf (5-9)



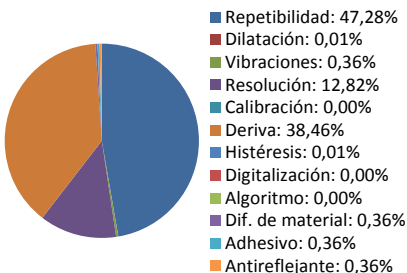
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (47,28%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (62,50%) y la resolución (20,83%).

$30,680 \pm 0,193 \text{ mm}$

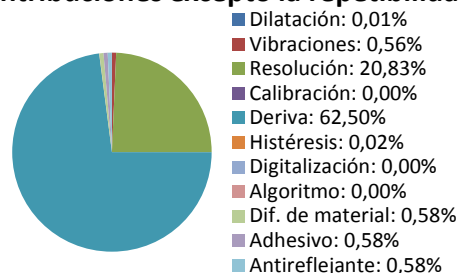
\bar{x} [mm]	30,680
U_c [mm]	0,097
GL	256
t_s	2,000
U_e [mm]	0,193



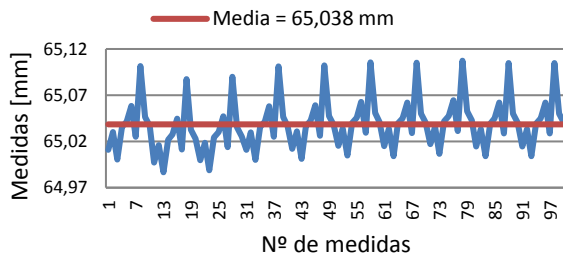
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D10A - Distancia esf (5-10)



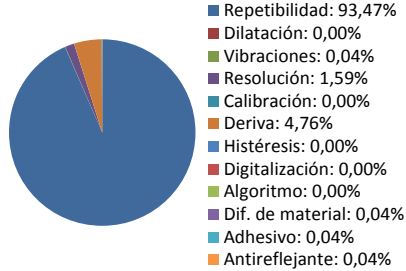
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (93,47%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,93%) y la resolución (24,31%).

$65,038 \pm 0,550 \text{ mm}$

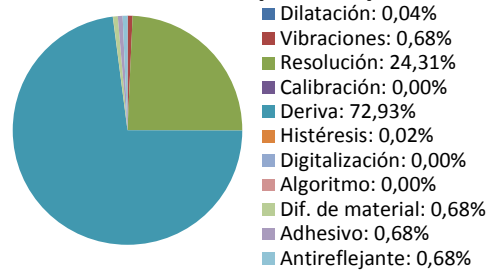
\bar{x} [mm]	65,038
U_c [mm]	0,275
GL	113
t_s	2,000
U_e [mm]	0,550



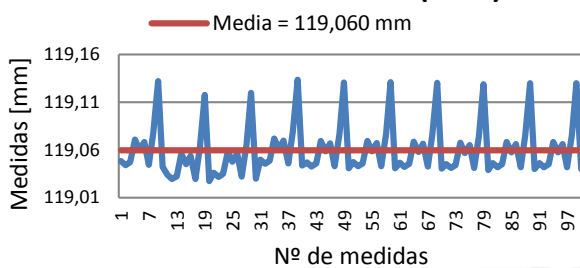
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D10A - Distancia esf (5-11)



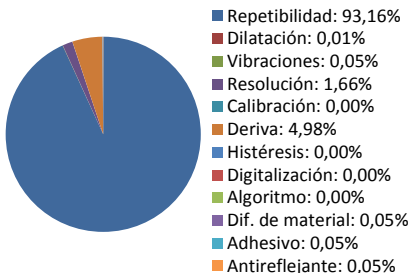
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (93,16%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,85%) y la resolución (24,28%).

$119,060 \pm 0,538 \text{ mm}$

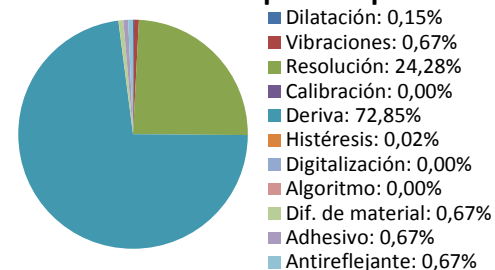
\bar{x} [mm]	119,060
U_c [mm]	0,269
GL	114
t_s	2,000
U_e [mm]	0,538



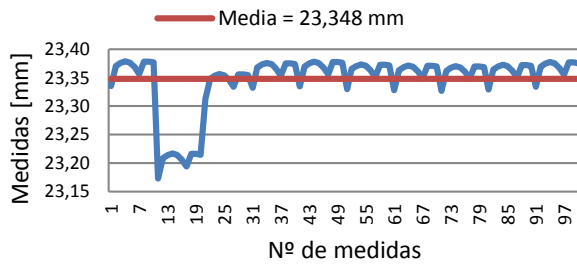
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D10A - Distancia esf (6-7)



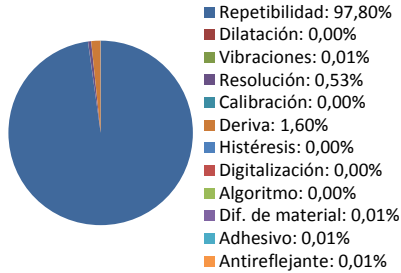
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (97,80%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,95%) y la resolución (24,32%).

$23,348 \pm 0,948 \text{ mm}$

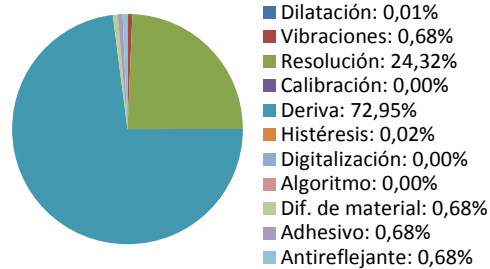
\bar{x} [mm]	23,348
U_c [mm]	0,474
GL	103
t_s	2,000
U_e [mm]	0,948



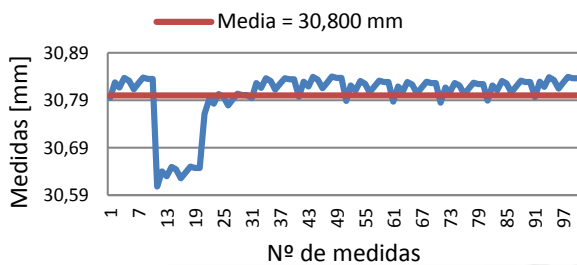
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D10A - Distancia esf (6-8)



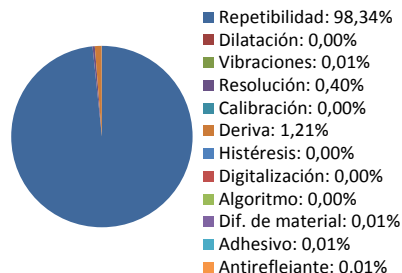
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (98,34%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,95%) y la resolución (24,32%).

$30,800 \pm 1,090 \text{ mm}$

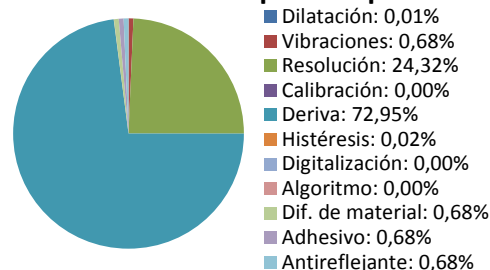
\bar{x} [mm]	30,800
U_c [mm]	0,545
GL	102
t_s	2,000
U_e [mm]	1,090



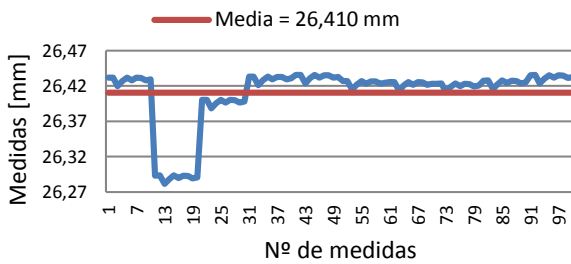
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D10A - Distancia esf (6-9)



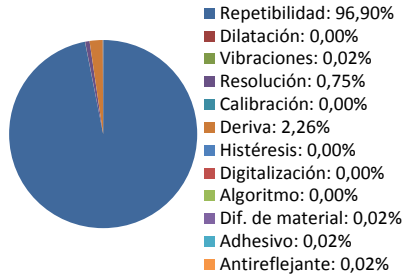
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (96,90%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,95%) y la resolución (24,32%).

$26,410 \pm 0,799 \text{ mm}$

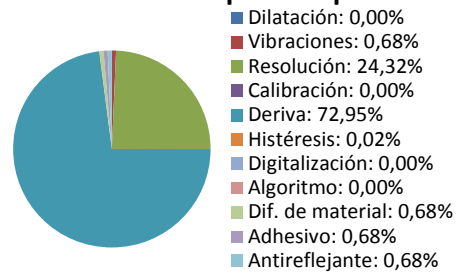
\bar{x} [mm]	26,410
U_c [mm]	0,399
GL	105
t_s	2,000
U_e [mm]	0,799



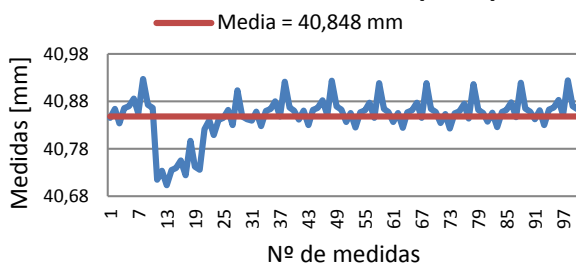
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D10A - Distancia esf (6-10)



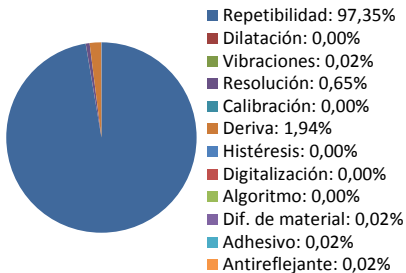
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (97,35%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,95%) y la resolución (24,32%).

$40,848 \pm 0,862 \text{ mm}$

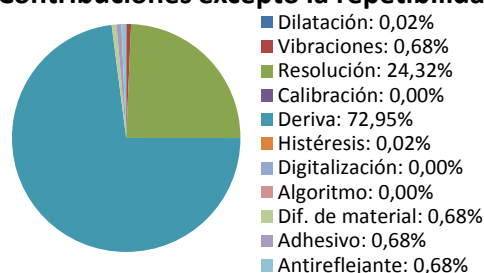
\bar{x} [mm]	40,848
U_c [mm]	0,431
GL	104
t_s	2,000
U_e [mm]	0,862



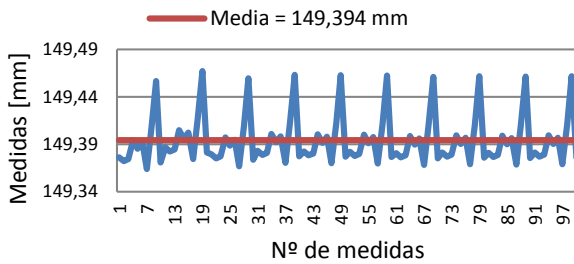
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D10A - Distancia esf (6-11)



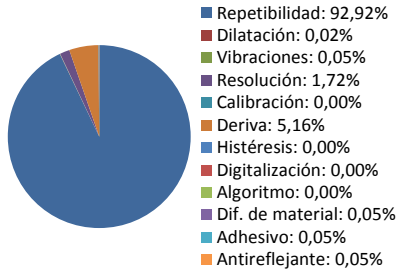
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (92,92%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,79%) y la resolución (24,26%).

$149,394 \pm 0,529 \text{ mm}$

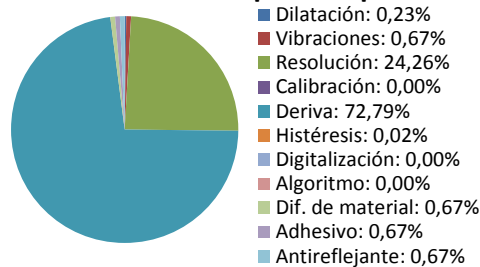
\bar{x} [mm]	149,394
U_c [mm]	0,264
GL	114
t_s	2,000
U_e [mm]	0,529



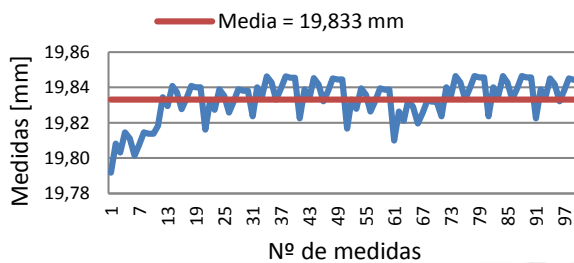
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D10A - Distancia esf (7-8)



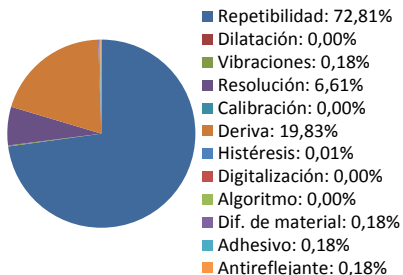
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (72,81%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,96%) y la resolución (24,32%).

$19,833 \pm 0,269 \text{ mm}$

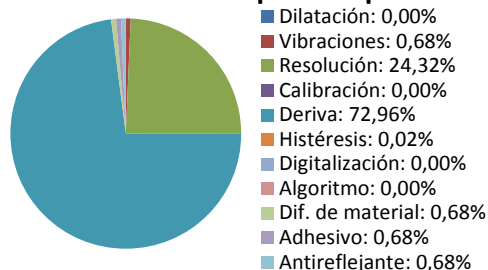
\bar{x} [mm]	19,833
U_c [mm]	0,135
GL	173
t_s	2,000
U_e [mm]	0,269



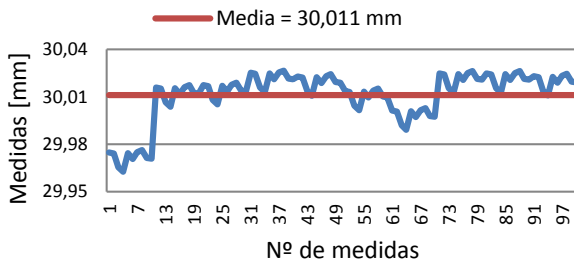
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



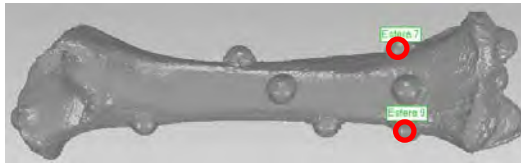
D10A - Distancia esf (7-9)



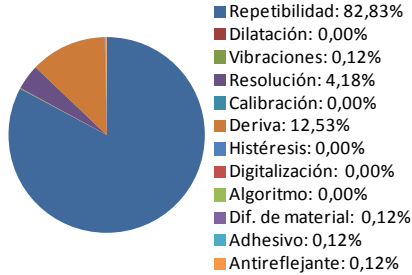
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (82,83%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,95%) y la resolución (24,32%).

$30,011 \pm 0,339 \text{ mm}$

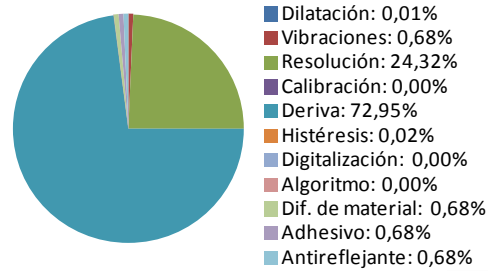
\bar{x} [mm]	30,011
U_c [mm]	0,170
GL	141
t_s	2,000
U_e [mm]	0,339



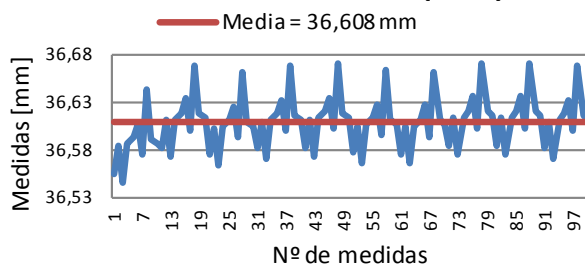
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D10A - Distancia esf (7-10)



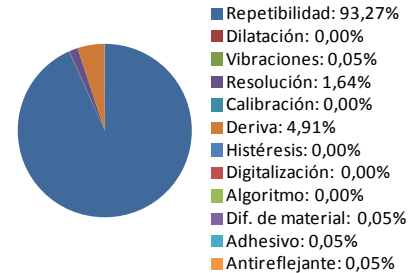
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (93,27%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,95%) y la resolución (24,32%).

$36,608 \pm 0,542 \text{ mm}$

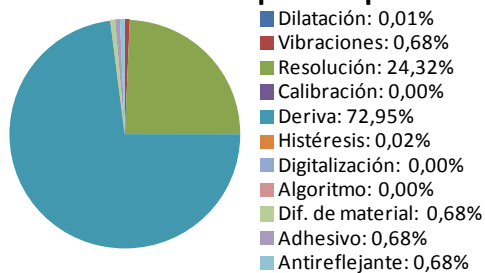
\bar{x} [mm]	36,608
U_c [mm]	0,271
GL	113
t_s	2,000
U_e [mm]	0,542



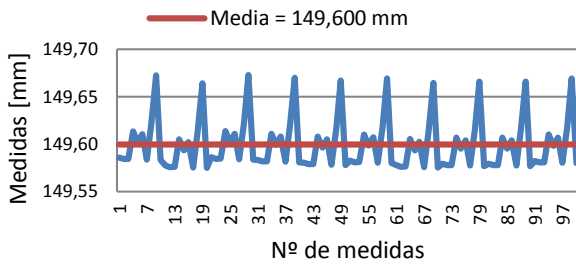
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D10A - Distancia esf (7-11)



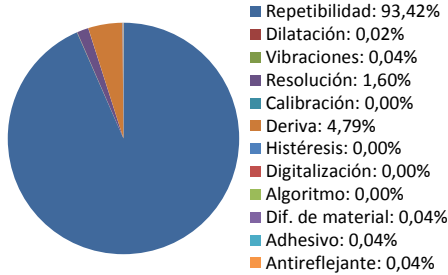
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (93,42%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,79%) y la resolución (24,26%).

$149,600 \pm 0,548 \text{ mm}$

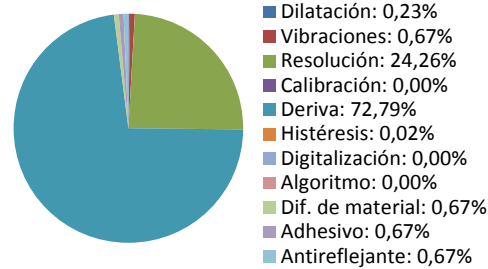
\bar{x} [mm]	149,600
U_c [mm]	0,274
GL	113
t_s	2,000
U_e [mm]	0,548



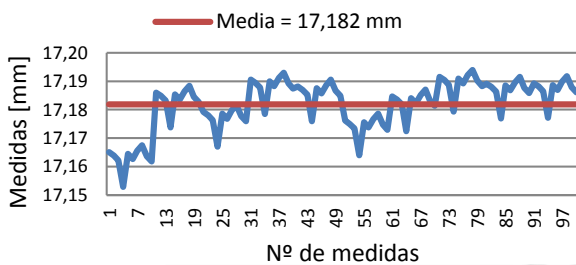
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D10A - Distancia esf (8-9)



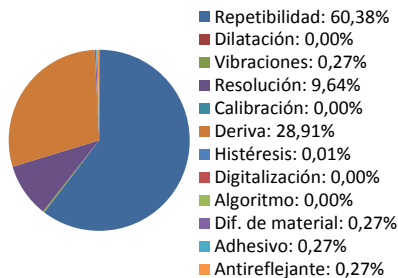
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (60,38%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,96%) y la resolución (24,32%).

$17,182 \pm 0,223 \text{ mm}$

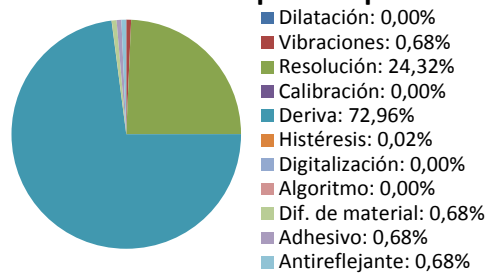
\bar{x} [mm]	17,182
U_c [mm]	0,112
GL	217
t_s	2,000
U_e [mm]	0,223



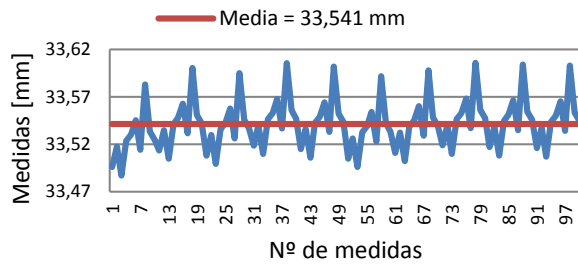
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D10A - Distancia esf (8-10)



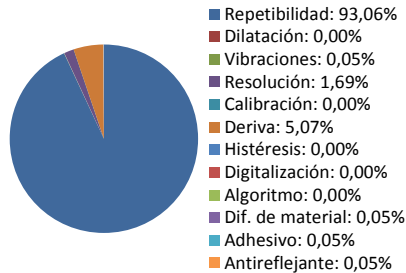
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (93,06%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,95%) y la resolución (24,32%).

$33,541 \pm 0,533 \text{ mm}$

\bar{x} [mm]	33,541
U_c [mm]	0,267
GL	114
t_s	2,000
U_e [mm]	0,533



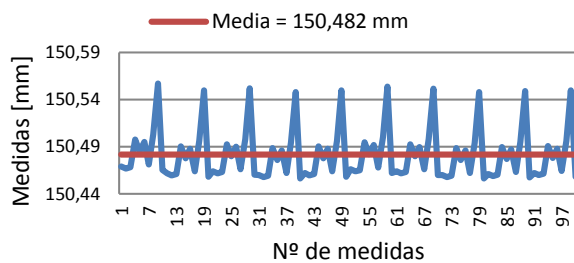
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D10A - Distancia esf (8-11)



La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (93,45%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,79%) y la resolución (24,26%).

$150,482 \pm 0,549 \text{ mm}$

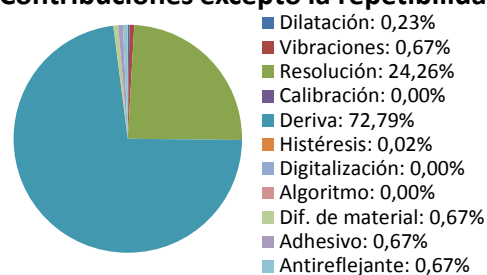
\bar{x} [mm]	150,482
U_c [mm]	0,275
GL	113
t_s	2,000
U_e [mm]	0,549



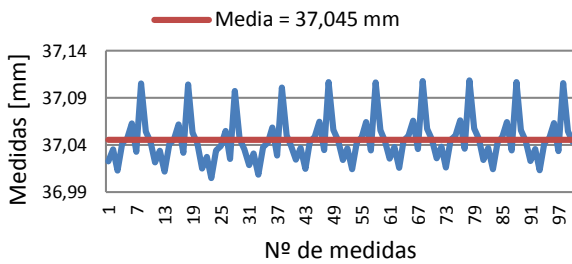
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D10A - Distancia esf (9-10)



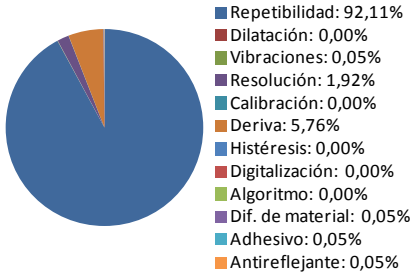
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (92,11%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,95%) y la resolución (24,32%).

$37,045 \pm 0,500 \text{ mm}$

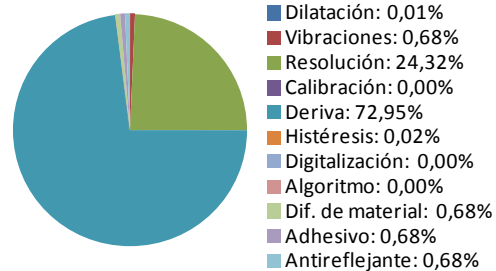
\bar{x} [mm]	37,045
U_c [mm]	0,250
GL	116
t_s	2,000
U_e [mm]	0,500



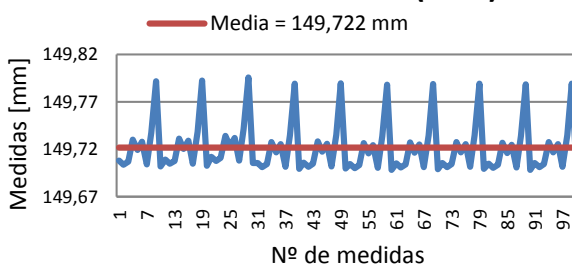
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D10A - Distancia esf (9-11)



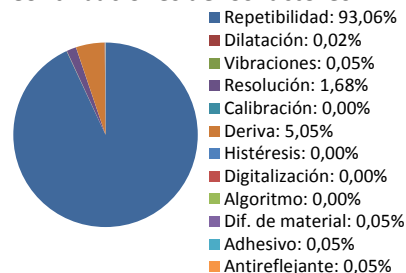
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (93,06%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,79%) y la resolución (24,26%).

$149,722 \pm 0,534 \text{ mm}$

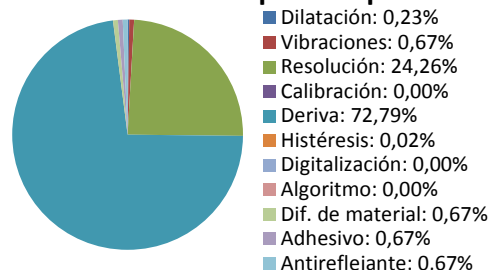
\bar{x} [mm]	149,722
U_c [mm]	0,267
GL	114
t_s	2,000
U_e [mm]	0,534



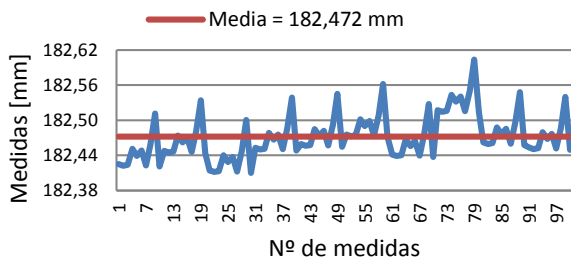
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



D10A - Distancia esf (10-11)



La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (96,49%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,71%) y la resolución (24,24%).

$182,472 \pm 0,751 \text{ mm}$

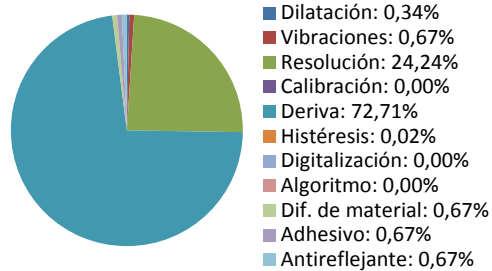
\bar{x} [mm]	182,472
U_c [mm]	0,376
GL	106
t_s	2,000
U_e [mm]	0,751



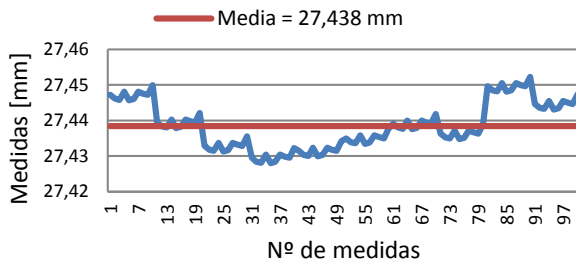
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



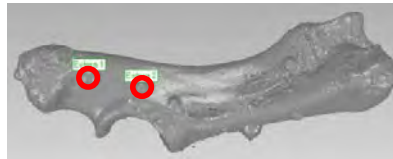
MIX - Distancia esf (1-2)



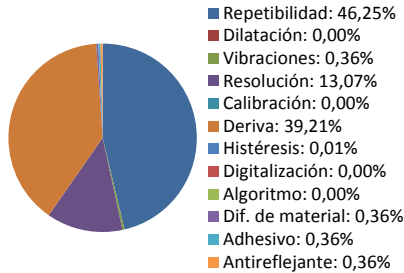
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (46,25%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,95%) y la resolución (24,32%).

$27,438 \pm 0,192 \text{ mm}$

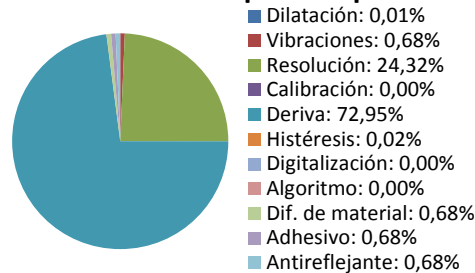
\bar{x} [mm]	27,438
U_c [mm]	0,096
GL	258
t_s	2,000
U_e [mm]	0,192



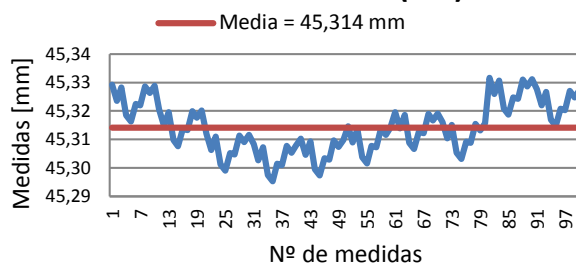
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



MIX - Distancia esf (1-3)



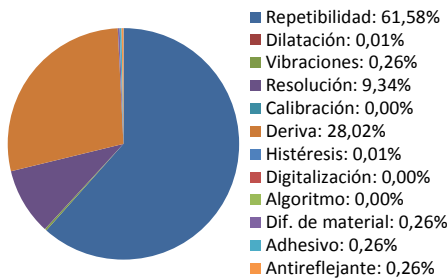
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (61,58%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,94%) y la resolución (24,31%).

$45,314 \pm 0,227 \text{ mm}$

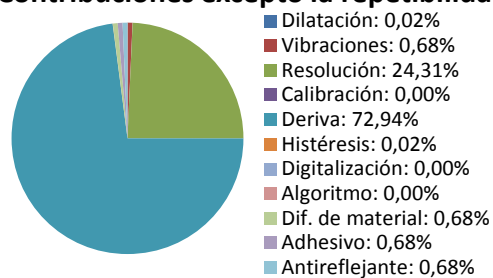
\bar{x} [mm]	45,314
U_c [mm]	0,113
GL	213
t_s	2,000
U_e [mm]	0,227



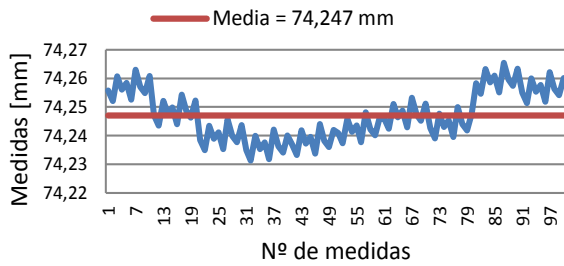
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



MIX - Distancia esf (1-4)



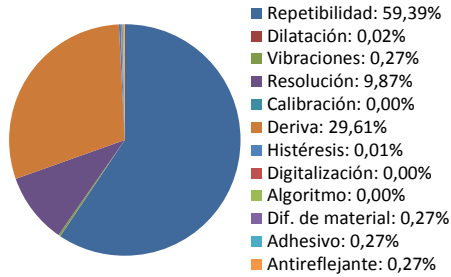
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (59,39%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,92%) y la resolución (24,31%).

$74,247 \pm 0,221 \text{ mm}$

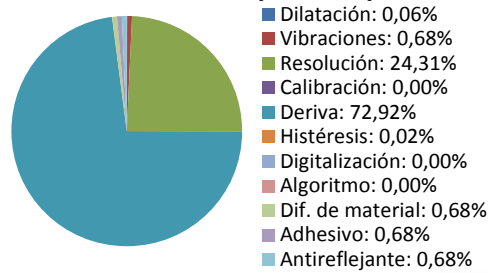
\bar{x} [mm]	74,247
U_c [mm]	0,110
GL	220
t_s	2,000
U_e [mm]	0,221



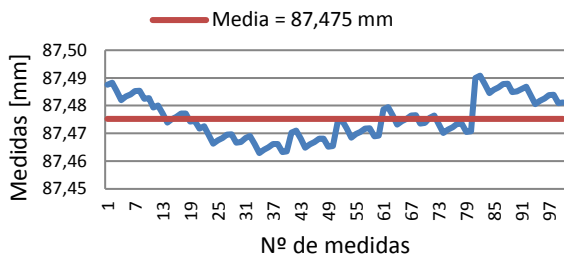
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



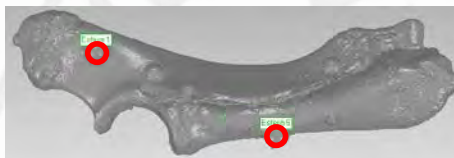
MIX - Distancia esf (1-5)



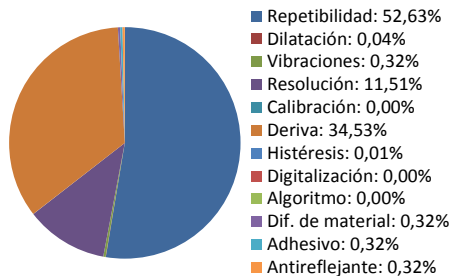
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (52,63%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,90%) y la resolución (24,30%).

$87,475 \pm 0,204 \text{ mm}$

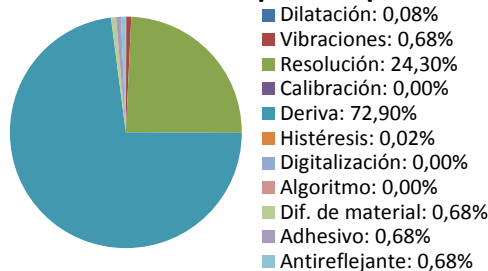
\bar{x} [mm]	87,475
U_c [mm]	0,102
GL	243
t_s	2,000
U_e [mm]	0,204



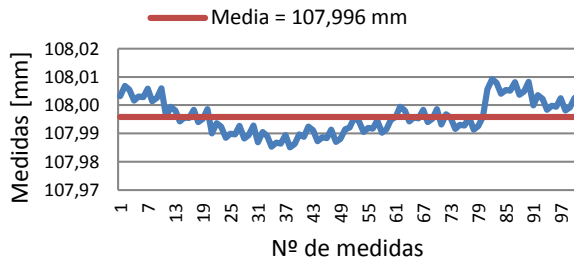
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



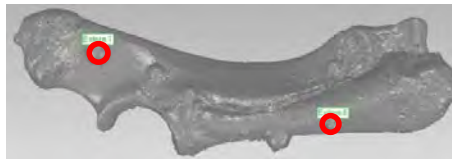
MIX - Distancia esf (1-6)



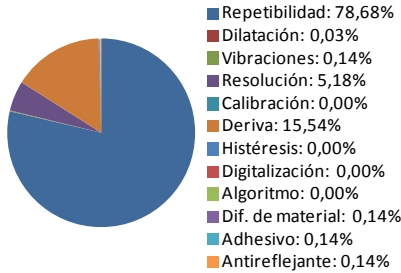
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (78,68%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,87%) y la resolución (24,29%).

$107,996 \pm 0,186 \text{ mm}$

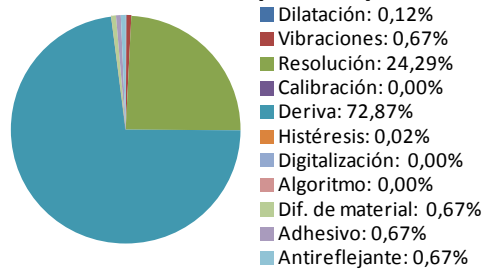
\bar{x} [mm]	107,996
U_c [mm]	0,093
GL	264
t_s	2,000
U_e [mm]	0,186



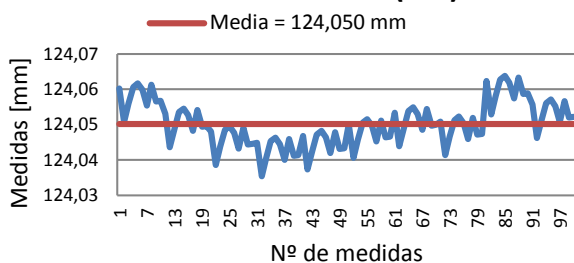
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



MIX - Distancia esf (1-7)



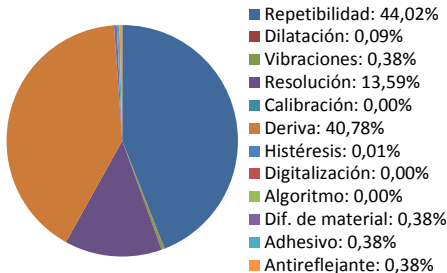
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (44,02%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,84%) y la resolución (24,28%).

$124,050 \pm 0,188 \text{ mm}$

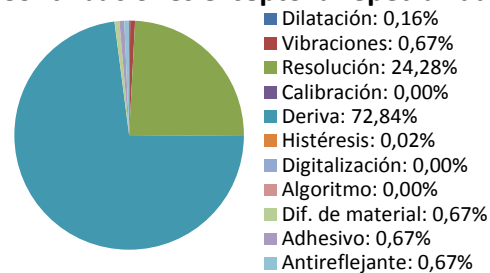
\bar{x} [mm]	124,050
U_c [mm]	0,094
GL	263
t_s	2,000
U_e [mm]	0,188



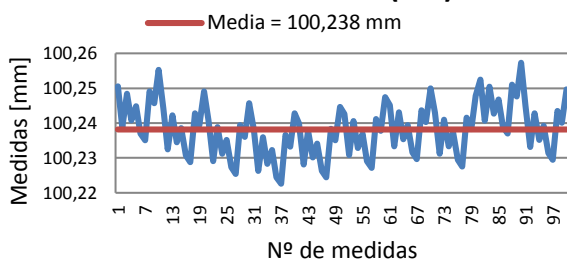
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



MIX - Distancia esf (1-8)



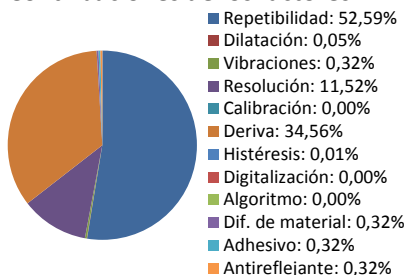
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (52,59%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,88%) y la resolución (24,29%).

$100,238 \pm 0,204 \text{ mm}$

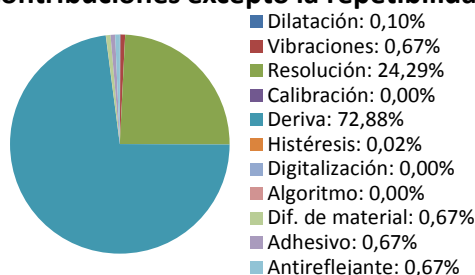
\bar{x} [mm]	100,238
U_c [mm]	0,102
GL	243
t_s	2,000
U_e [mm]	0,204



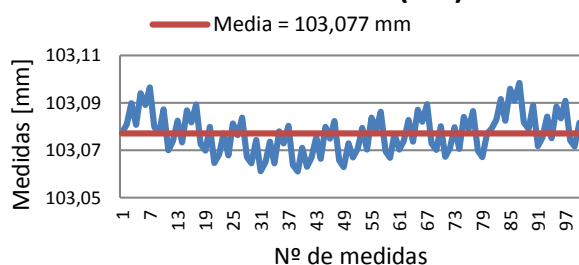
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



MIX - Distancia esf (1-9)



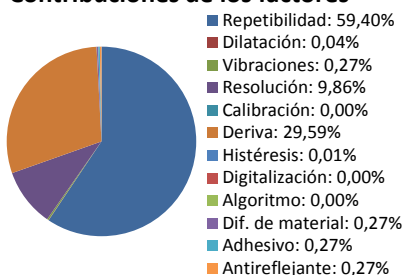
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (59,40%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,88%) y la resolución (24,29%).

$103,077 \pm 0,221 \text{ mm}$

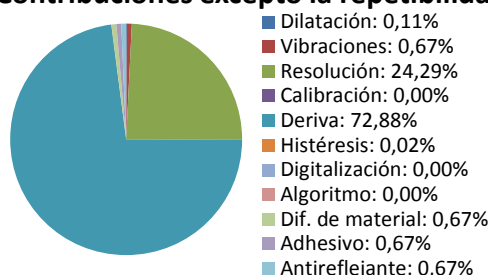
\bar{x} [mm]	103,077
U_c [mm]	0,110
GL	220
t_s	2,000
U_e [mm]	0,221



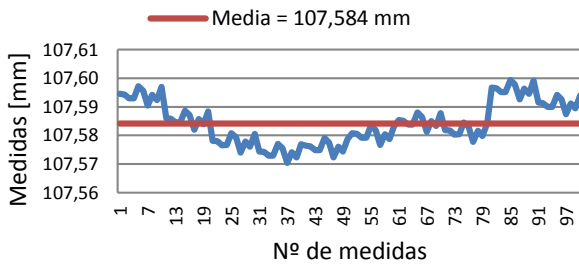
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



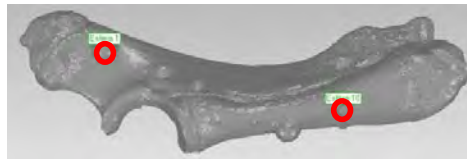
MIX - Distancia esf (1-10)



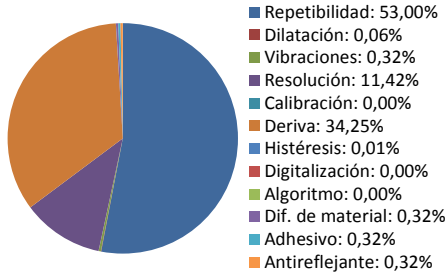
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (53,00%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,87%) y la resolución (24,29%).

$107,584 \pm 0,205 \text{ mm}$

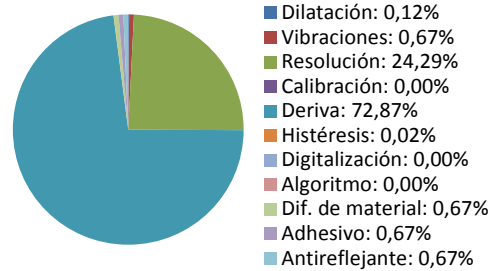
\bar{x} [mm]	107,584
U_c [mm]	0,103
GL	241
t_s	2,000
U_e [mm]	0,205



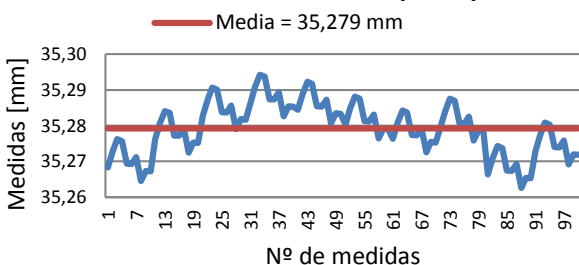
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



MIX - Distancia esf (1-11)



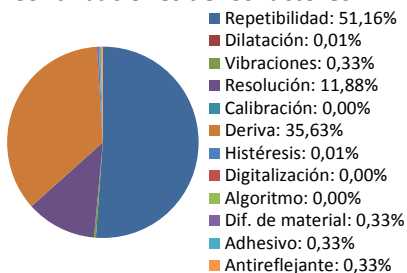
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (51,16%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,95%) y la resolución (24,32%).

$35,279 \pm 0,201 \text{ mm}$

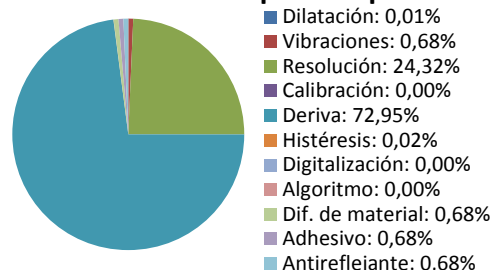
\bar{x} [mm]	35,279
U_c [mm]	0,101
GL	247
t_s	2,000
U_e [mm]	0,201



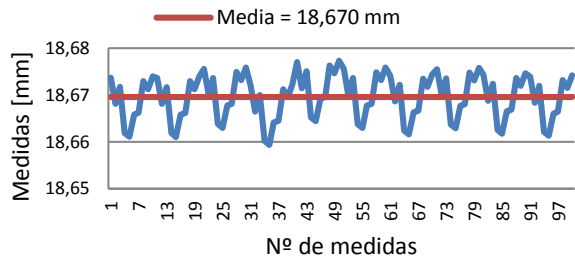
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



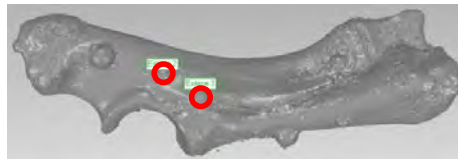
MIX - Distancia esf (2-3)



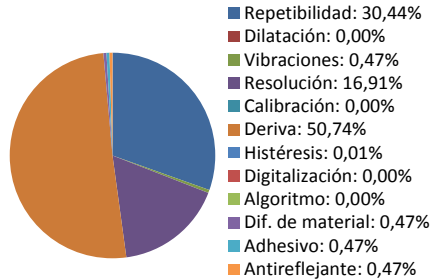
La Deriva es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (50,74%). Sin contar este factor los que más afectan son la repetibilidad (61,81%), compuesto por 100 mediciones, y la resolución (34,34%).

$18,670 \pm 0,168 \text{ mm}$

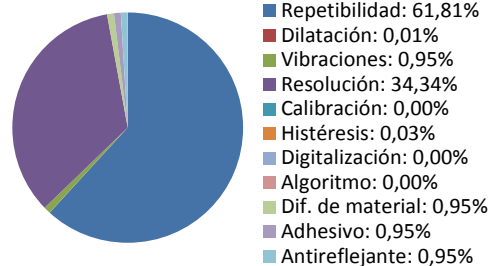
\bar{x} [mm]	18,670
U_c [mm]	0,084
GL	263
t_s	2,000
U_e [mm]	0,168



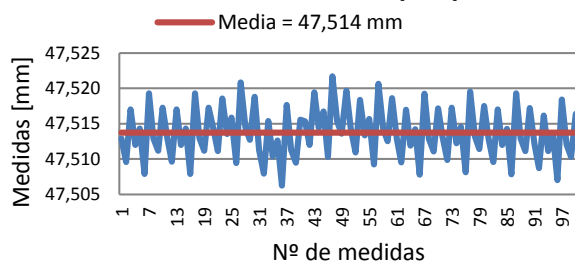
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



MIX - Distancia esf (2-4)



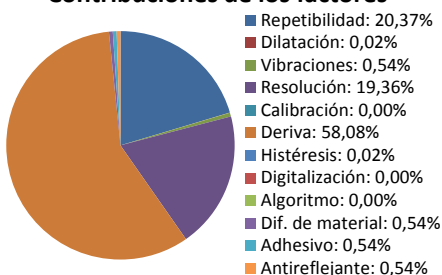
La Deriva es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (58,08%). Sin contar este factor los que más afectan son la repetibilidad (48,60%), compuesto por 100 mediciones, y la resolución (46,19%).

$47,514 \pm 0,157 \text{ mm}$

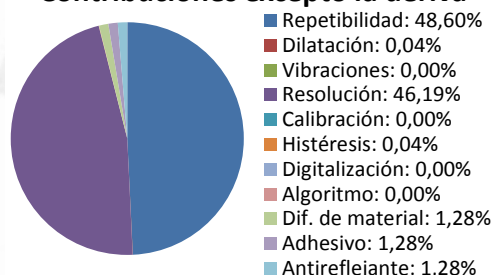
\bar{x} [mm]	47,514
U_c [mm]	0,079
GL	240
t_s	2,000
U_e [mm]	0,157



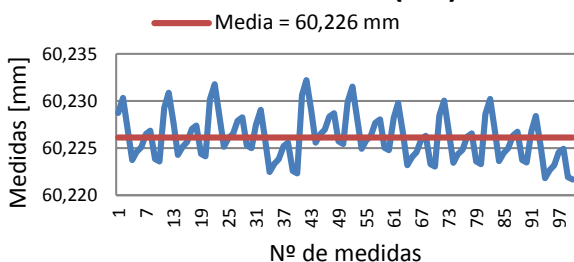
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la deriva



MIX - Distancia esf (2-5)



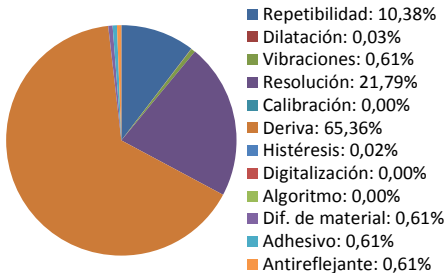
La Deriva es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (65,36%). Sin contar este factor los que más afectan son la resolución (62,89%) y la repetibilidad (29,97%), compuesto por 100 mediciones.

$60,226 \pm 0,148 \text{ mm}$

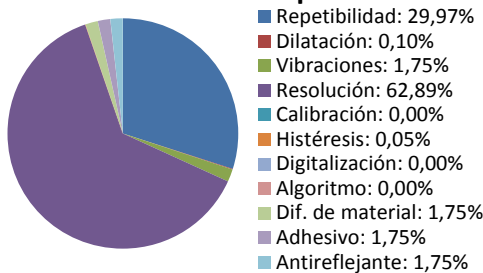
\bar{x} [mm]	60,226
U_c [mm]	0,074
GL	206
t_s	2,000
U_e [mm]	0,148



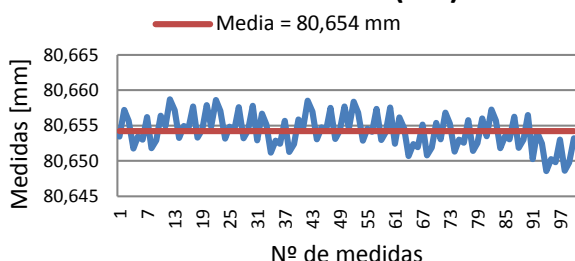
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la deriva



MIX - Distancia esf (2-6)



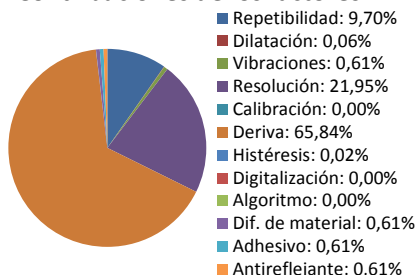
La Deriva es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (65,84%). Sin contar este factor los que más afectan son la resolución (64,24%) y la repetibilidad (28,39%), compuesto por 100 mediciones.

$80,654 \pm 0,148 \text{ mm}$

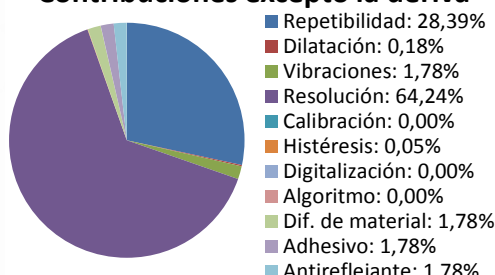
\bar{x} [mm]	80,654
U_c [mm]	0,074
GL	204
t_s	2,000
U_e [mm]	0,148



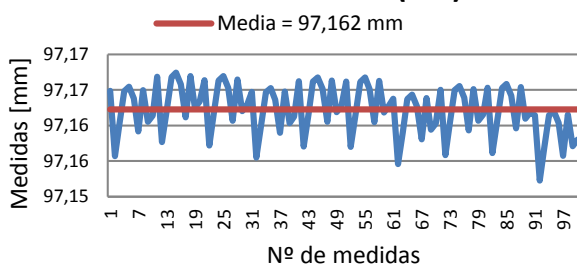
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la deriva



MIX - Distancia esf (2-7)



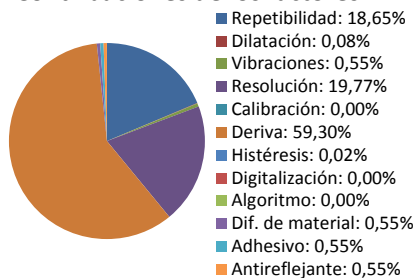
La Deriva es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (59,30%). Sin contar este factor los que más afectan son la resolución (48,56%) y la repetibilidad (45,81%), compuesto por 100 mediciones.

$97,162 \pm 0,156 \text{ mm}$

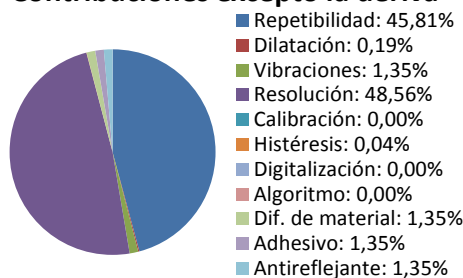
\bar{x} [mm]	97,162
U_c [mm]	0,078
GL	235
t_s	2,000
U_e [mm]	0,156



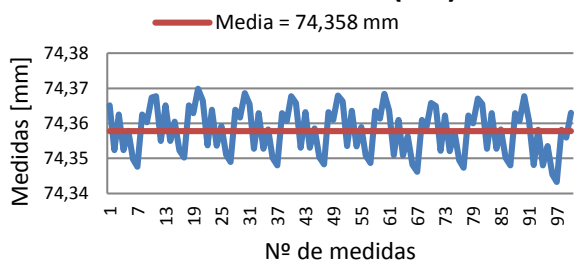
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la deriva



MIX - Distancia esf (2-8)



La Deriva es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (65,84%). Sin contar este factor los que más afectan son la resolución (64,24%) y la repetibilidad (28,39%), compuesto por 100 mediciones.

$74,358 \pm 0,192 \text{ mm}$

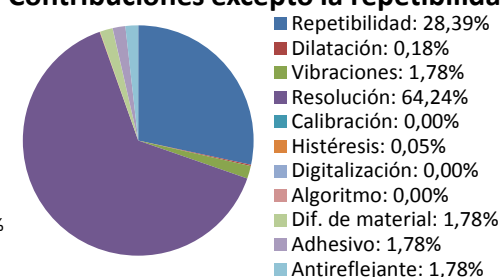
\bar{x} [mm]	74,358
U_c [mm]	0,074
GL	577
t_s	2,000
U_e [mm]	0,192



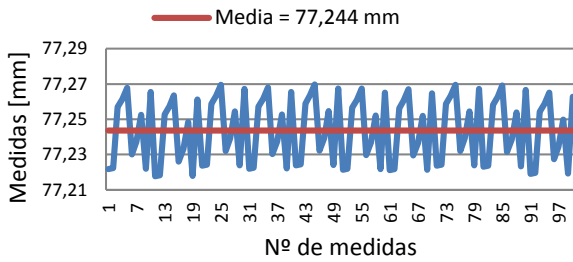
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



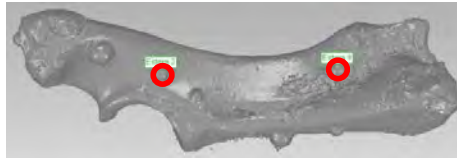
MIX - Distancia esf (2-9)



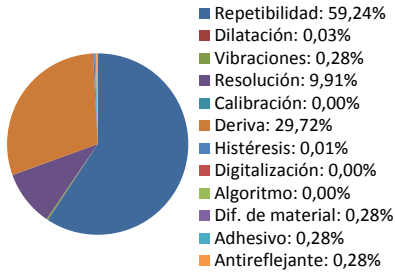
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (59,24%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,91%) y la resolución (24,30%).

$77,244 \pm 0,383 \text{ mm}$

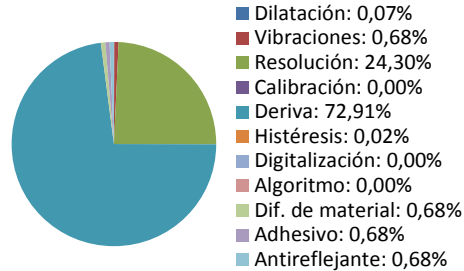
\bar{x} [mm]	77,244
U_c [mm]	0,110
GL	2030
t_s	2,000
U_e [mm]	0,383



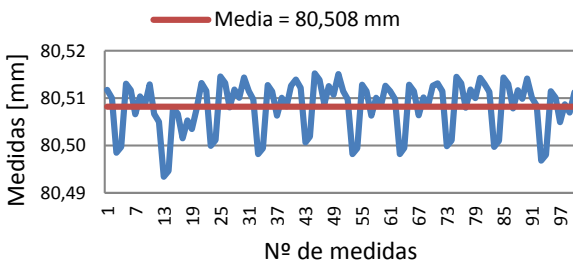
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



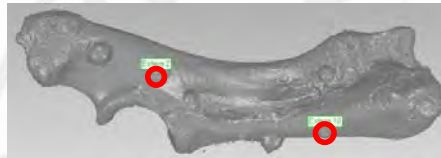
MIX - Distancia esf (2-10)



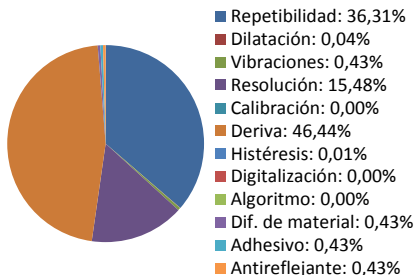
La Deriva es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (46,44%). Sin contar este factor los que más afectan son la resolución (28,90%) y la repetibilidad (67,79%), compuesto por 100 mediciones.

$80,508 \pm 0,176 \text{ mm}$

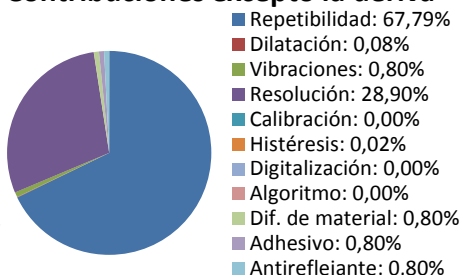
\bar{x} [mm]	80,508
U_c [mm]	0,088
GL	268
t_s	2,000
U_e [mm]	0,176



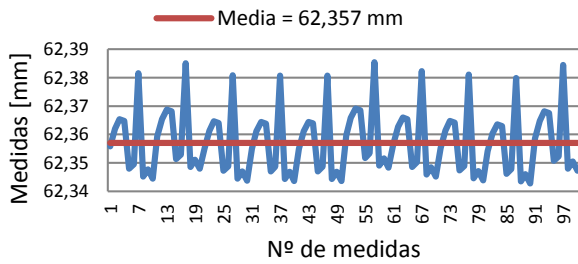
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la deriva



MIX - Distancia esf (2-11)



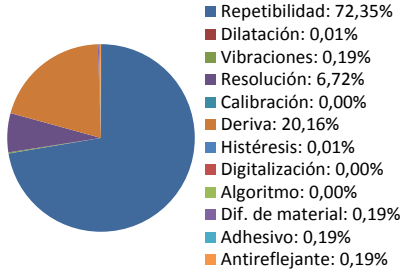
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (72,35%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,93%) y la resolución (24,31%).

$62,357 \pm 0,267 \text{ mm}$

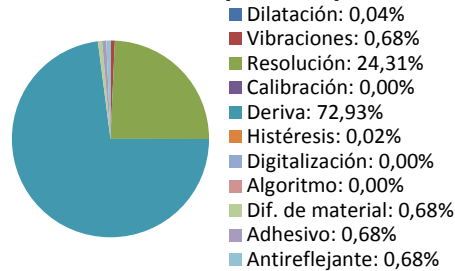
\bar{x} [mm]	62,357
U_c [mm]	0,134
GL	174
t_s	2,000
U_e [mm]	0,267



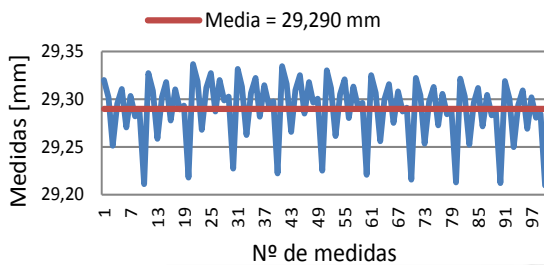
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



MIX - Distancia esf (3-4)



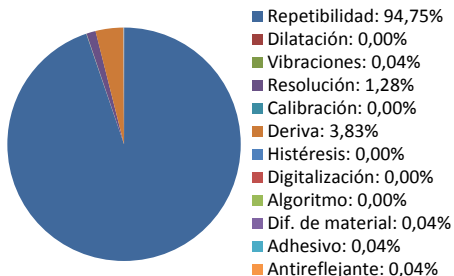
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (94,75%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,95%) y la resolución (24,32%).

$29,290 \pm 0,613 \text{ mm}$

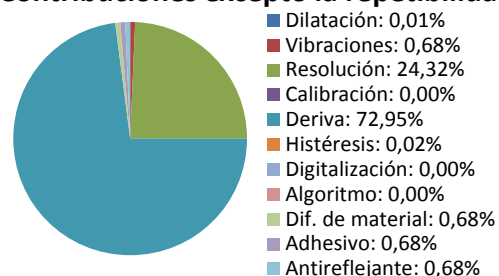
\bar{x} [mm]	29,290
U_c [mm]	0,307
GL	110
t_s	2,000
U_e [mm]	0,613



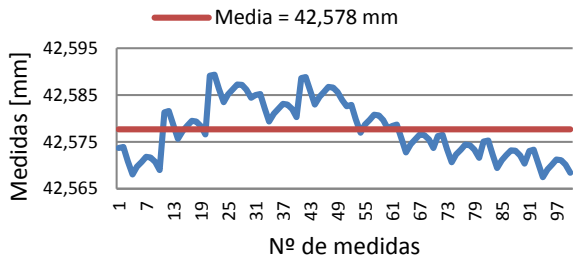
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



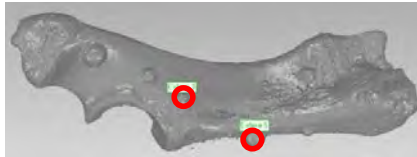
MIX - Distancia esf (3-5)



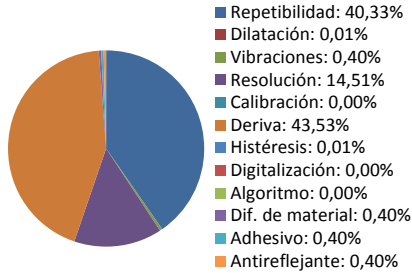
La Deriva es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (43,53%). Sin contar este factor los que más afectan son la repetibilidad (71,41%), compuesto por 100 mediciones, y la resolución (25,69%)

$42,578 \pm 0,182 \text{ mm}$

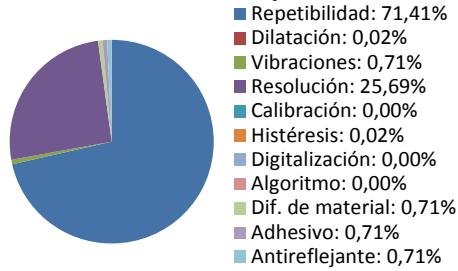
\bar{x} [mm]	42,578
U_c [mm]	0,091
GL	267
t_s	2,000
U_e [mm]	0,182



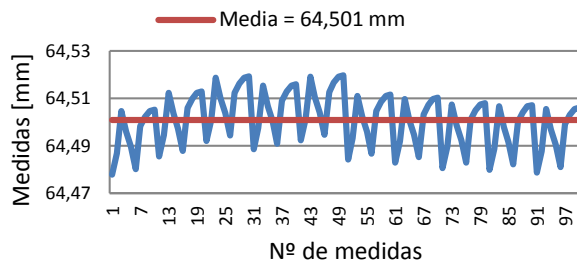
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la deriva



MIX - Distancia esf (3-6)



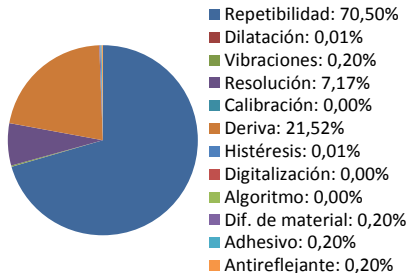
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (70,50%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,93%) y la resolución (24,31%).

$64,501 \pm 0,259 \text{ mm}$

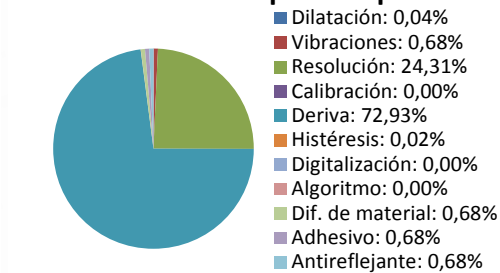
\bar{x} [mm]	64,501
U_c [mm]	0,129
GL	181
t_s	2,000
U_e [mm]	0,259



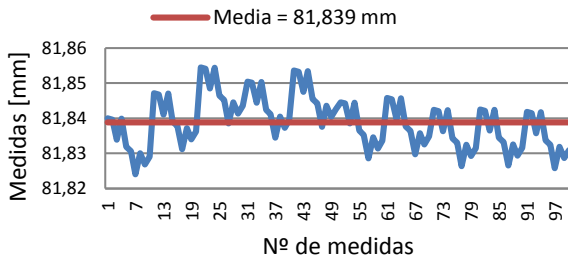
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



MIX - Distancia esf (3-7)



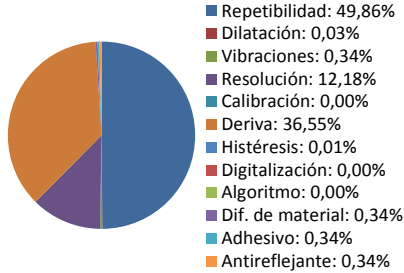
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (49,86%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,91%) y la resolución (24,30%).

$81,839 \pm 0,198 \text{ mm}$

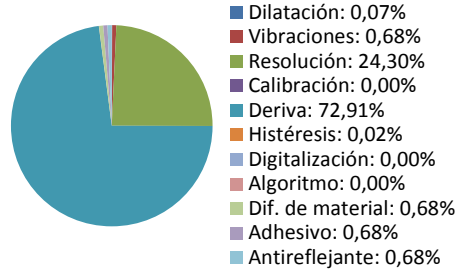
\bar{x} [mm]	81,839
U_c [mm]	0,099
GL	250
t_s	2,000
U_e [mm]	0,198



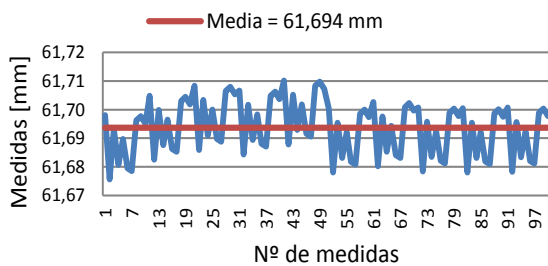
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



MIX - Distancia esf (3-8)



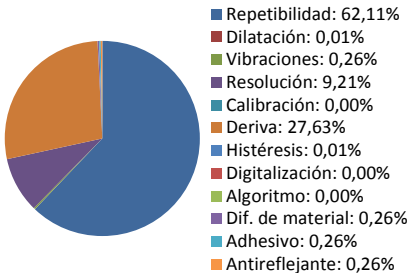
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (62,11%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,93%) y la resolución (24,31%).

$61,694 \pm 0,228 \text{ mm}$

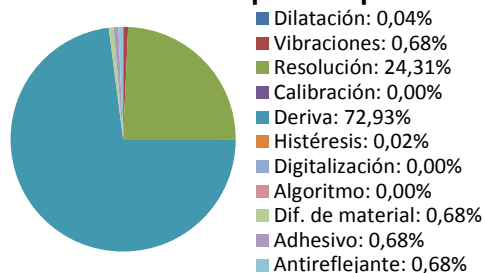
\bar{x} [mm]	61,694
U_c [mm]	0,114
GL	211
t_s	2,000
U_e [mm]	0,228



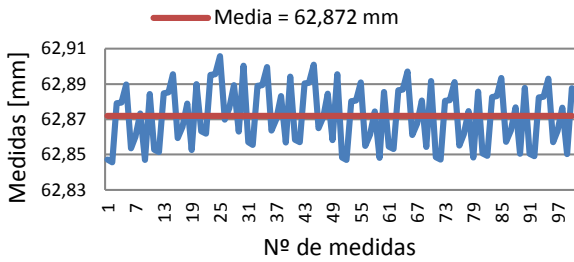
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



MIX - Distancia esf (3-9)



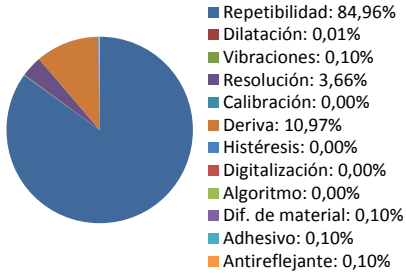
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (84,96%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,93%) y la resolución (24,31%).

$62,872 \pm 0,362 \text{ mm}$

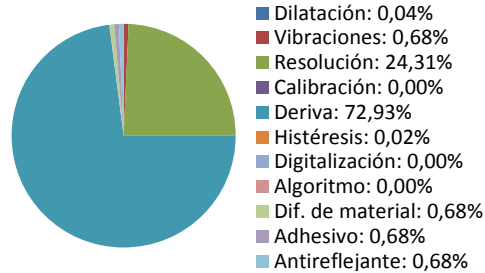
\bar{x} [mm]	62,872
U_c [mm]	0,181
GL	135
t_s	2,000
U_e [mm]	0,362



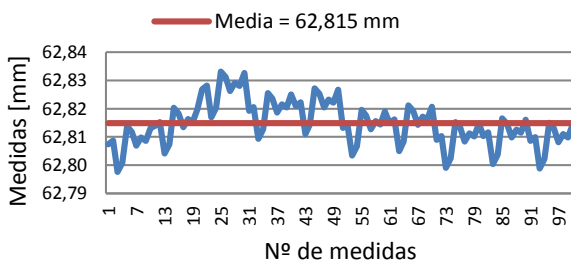
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



MIX - Distancia esf (3-10)



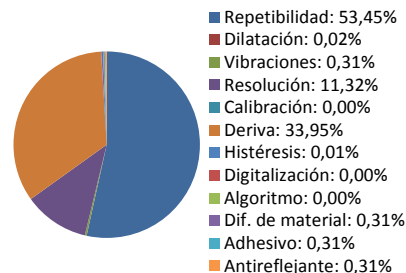
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (53,45%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,93%) y la resolución (24,31%).

$62,815 \pm 0,206 \text{ mm}$

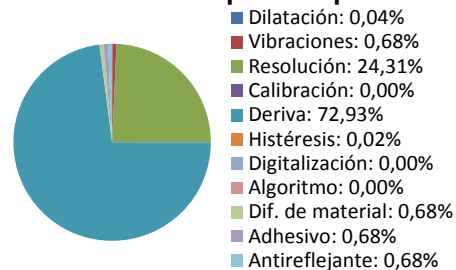
\bar{x} [mm]	62,815
U_c [mm]	0,103
GL	240
t_s	2,000
U_e [mm]	0,206



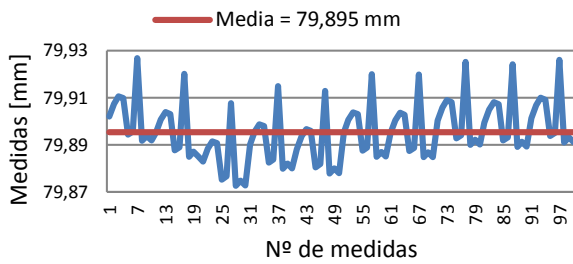
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



MIX - Distancia esf (3-11)



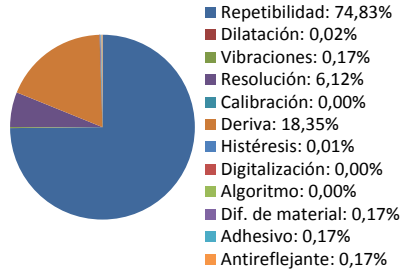
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (74,83%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,91%) y la resolución (24,30%).

$79,895 \pm 0,280 \text{ mm}$

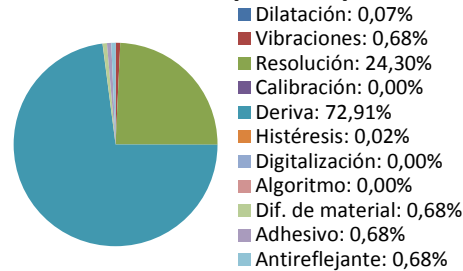
\bar{x} [mm]	79,895
U_c [mm]	0,140
GL	166
t_s	2,000
U_e [mm]	0,280



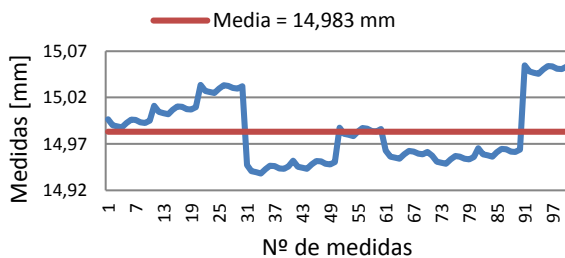
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



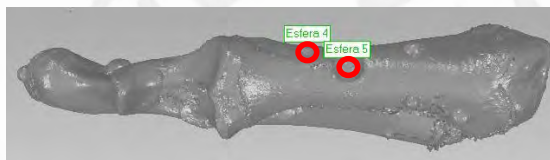
MIX - Distancia esf (4-5)



La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (95,97%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,96%) y la resolución (24,32%).

$14,983 \pm 0,700 \text{ mm}$

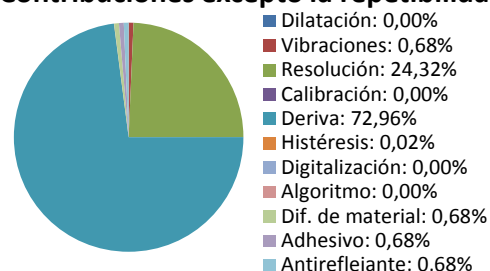
\bar{x} [mm]	14,983
U_c [mm]	0,350
GL	107
t_s	2,000
U_e [mm]	0,700



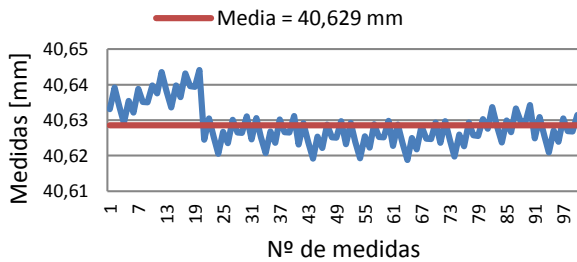
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



MIX - Distancia esf (4-6)



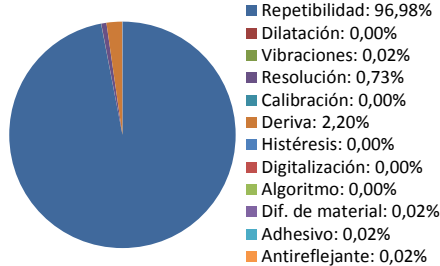
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (96,98%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,95%) y la resolución (24,32%).

$40,629 \pm 0,177 \text{ mm}$

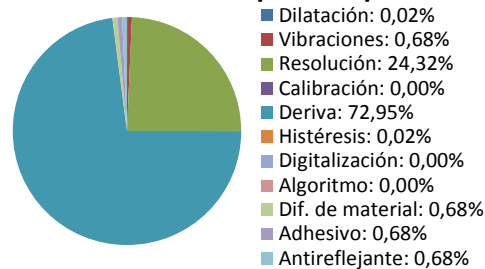
\bar{x} [mm]	40,629
U_c [mm]	0,089
GL	268
t_s	2,000
U_e [mm]	0,177



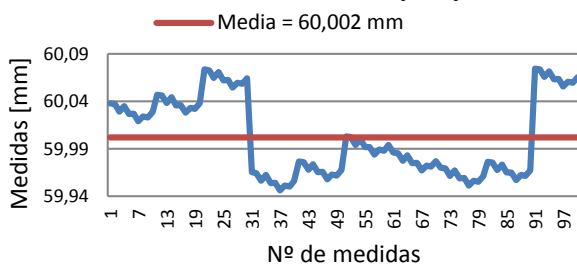
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



MIX - Distancia esf (4-7)



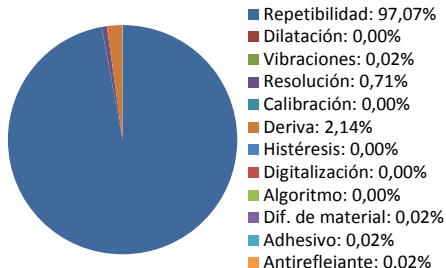
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (97,07%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (44,45%) y la resolución (14,82%).

$60,002 \pm 0,821 \text{ mm}$

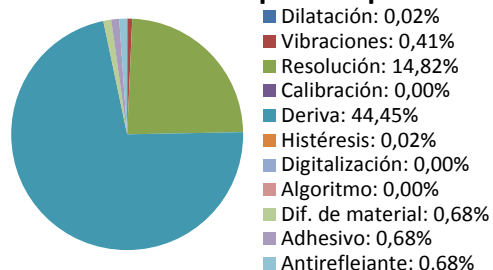
\bar{x} [mm]	60,002
U_c [mm]	0,411
GL	105
t_s	2,000
U_e [mm]	0,821



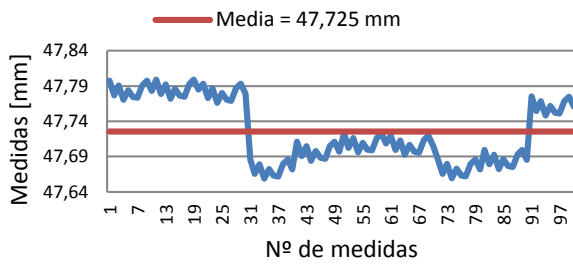
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



MIX - Distancia esf (4-8)



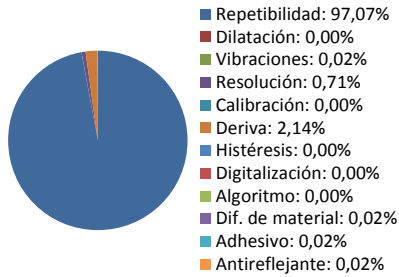
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (97,07%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,93%) y la resolución (24,31%).

$47,725 \pm 0,899 \text{ mm}$

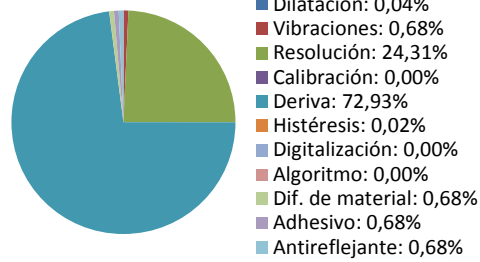
\bar{x} [mm]	47,725
U_c [mm]	0,411
GL	151
t_s	2,000
U_e [mm]	0,899



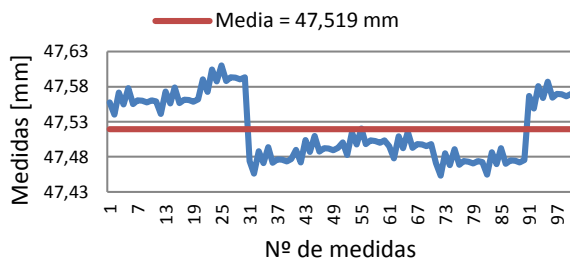
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



MIX - Distancia esf (4-9)



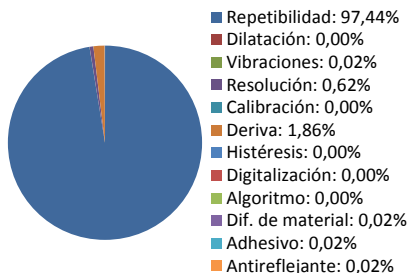
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (97,44%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,94%) y la resolución (24,31%).

$47,519 \pm 0,879 \text{ mm}$

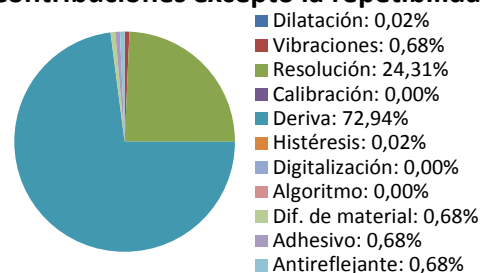
\bar{x} [mm]	47,519
U_c [mm]	0,439
GL	104
t_s	2,000
U_e [mm]	0,879



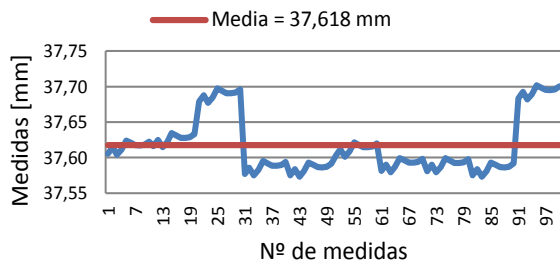
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



MIX - Distancia esf (4-10)



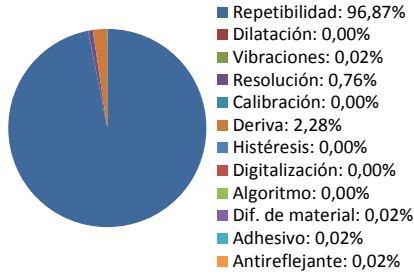
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (96,87%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,95%) y la resolución (24,32%).

$37,618 \pm 0,794 \text{ mm}$

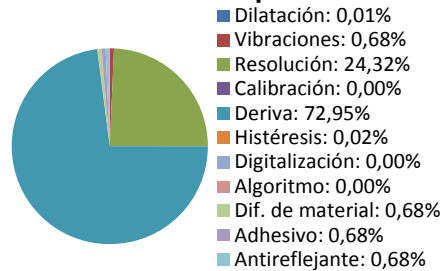
\bar{x} [mm]	37,618
U_c [mm]	0,397
GL	105
t_s	2,000
U_e [mm]	0,794



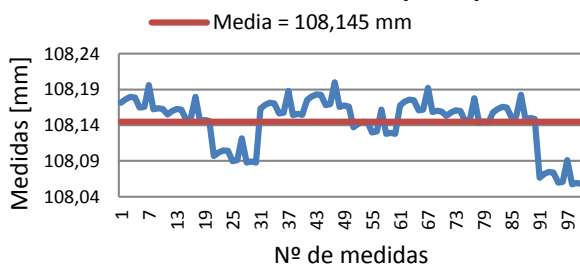
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la deriva



MIX - Distancia esf (4-11)



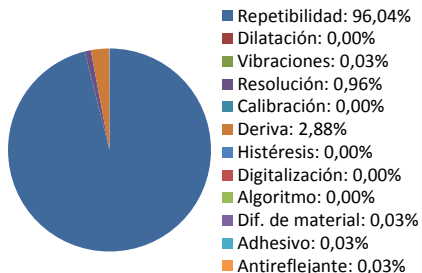
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (96,04%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,87%) y la resolución (24,29%).

$108,145 \pm 0,707 \text{ mm}$

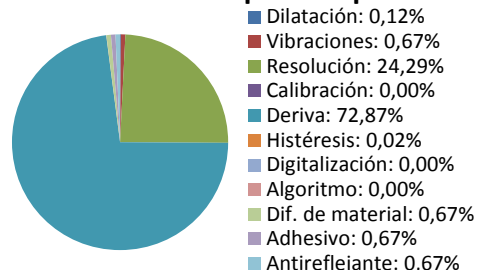
\bar{x} [mm]	108,145
U_c [mm]	0,353
GL	107
t_s	2,000
U_e [mm]	0,707



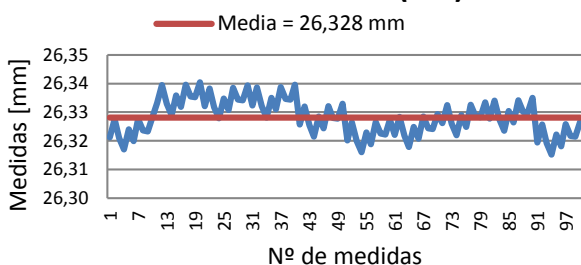
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



MIX - Distancia esf (5-6)



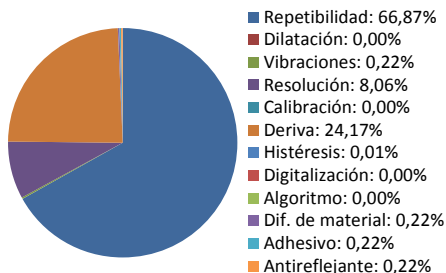
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (66,87%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (31,87%) y la resolución (10,62%).

$26,328 \pm 0,244 \text{ mm}$

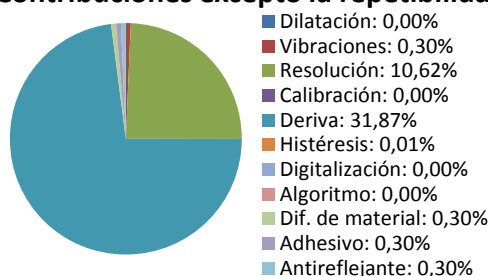
\bar{x} [mm]	26,328
U_c [mm]	0,122
GL	194
t_s	2,000
U_e [mm]	0,244



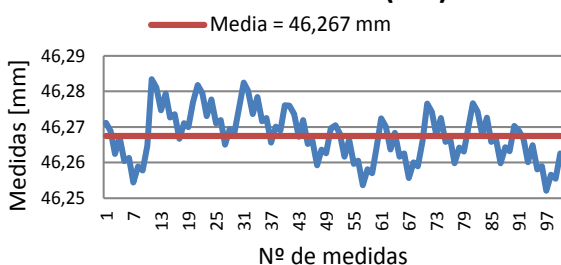
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



MIX - Distancia esf (5-7)



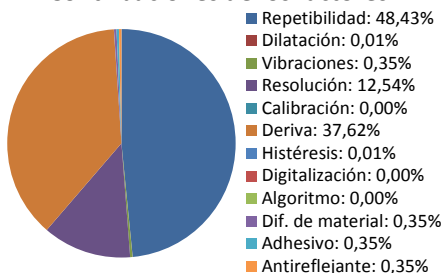
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (48,43%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,94%) y la resolución (24,31%).

$46,267 \pm 0,196 \text{ mm}$

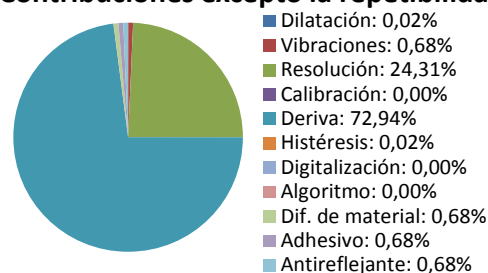
\bar{x} [mm]	46,267
U_c [mm]	0,098
GL	254
t_s	2,000
U_e [mm]	0,196



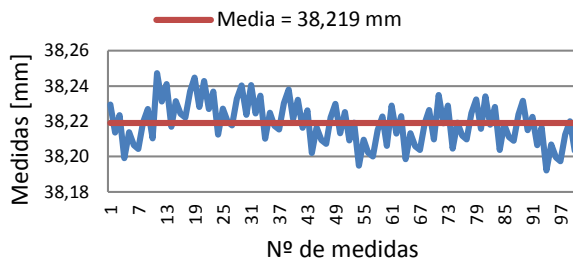
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



MIX - Distancia esf (5-8)



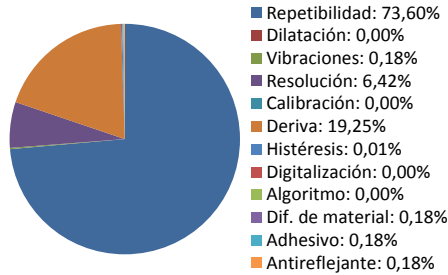
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (73,60%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,95%) y la resolución (24,32%).

$38,219 \pm 0,273 \text{ mm}$

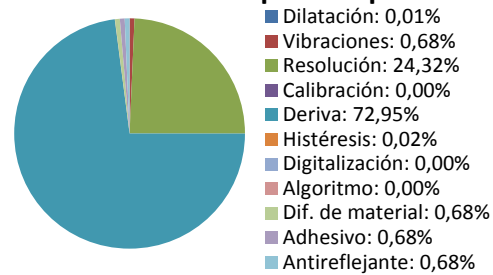
\bar{x} [mm]	38,219
U_c [mm]	0,137
GL	170
t_s	2,000
U_e [mm]	0,273



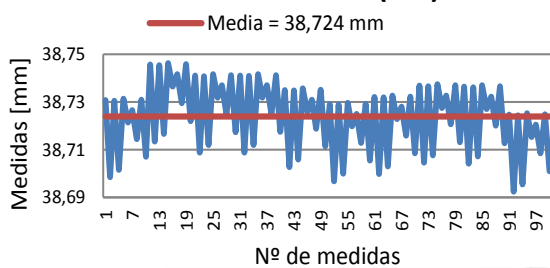
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



MIX - Distancia esf (5-9)



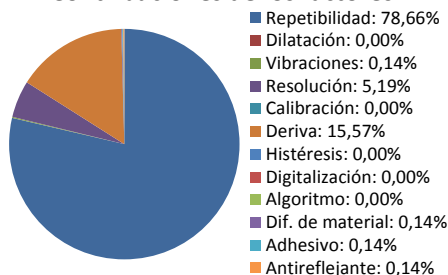
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (78,66%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,95%) y la resolución (24,32%).

$38,724 \pm 0,304 \text{ mm}$

\bar{x} [mm]	38,724
U_c [mm]	0,152
GL	153
t_s	2,000
U_e [mm]	0,304



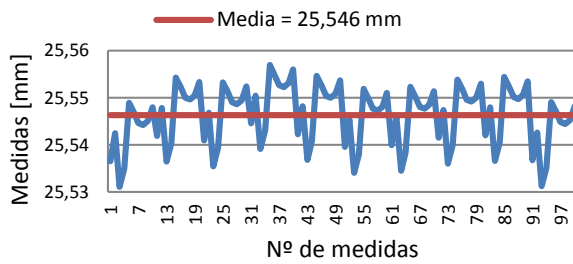
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



MIX - Distancia esf (5-10)



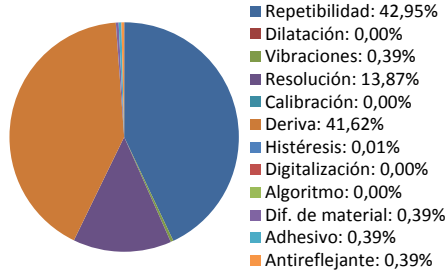
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (42,95%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,95%) y la resolución (24,32%).

$25,546 \pm 0,186 \text{ mm}$

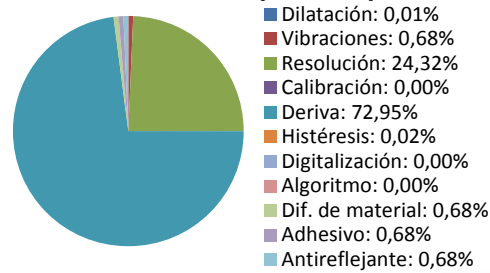
\bar{x} [mm]	25,546
U_c [mm]	0,093
GL	264
t_s	2,000
U_e [mm]	0,186



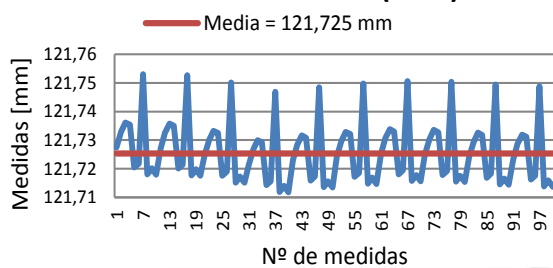
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



MIX - Distancia esf (5-11)



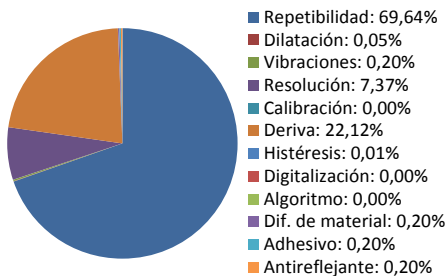
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (69,64%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,85%) y la resolución (24,28%).

$121,725 \pm 0,255 \text{ mm}$

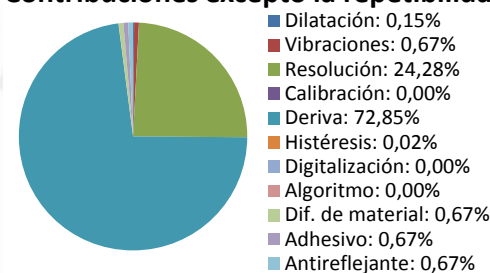
\bar{x} [mm]	121,725
U_c [mm]	0,128
GL	184
t_s	2,000
U_e [mm]	0,255



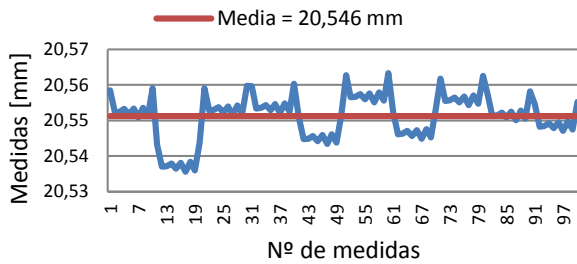
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



MIX - Distancia esf (6-7)



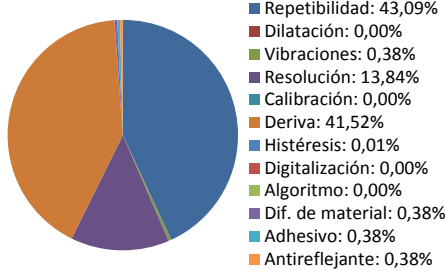
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (43,09%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,95%) y la resolución (24,32%).

$20,546 \pm 0,186 \text{ mm}$

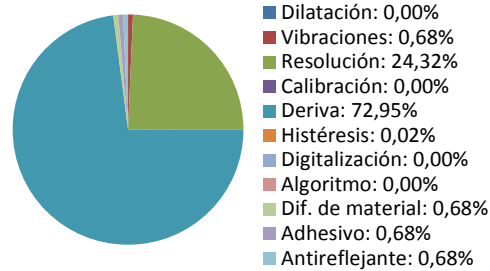
\bar{x} [mm]	20,546
U_c [mm]	0,093
GL	264
t_s	2,000
U_e [mm]	0,186



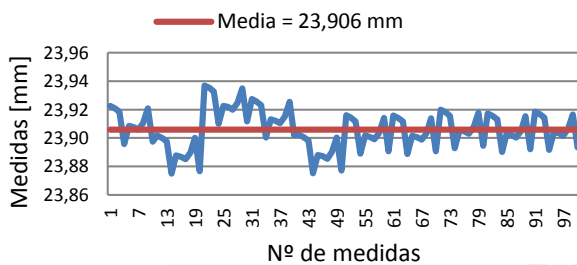
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



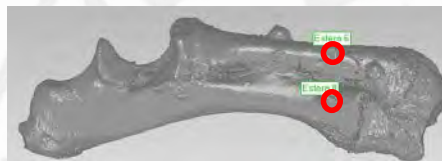
MIX - Distancia esf (6-8)



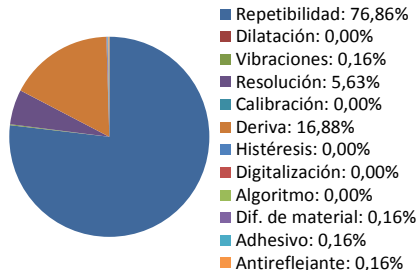
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (76,86%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,95%) y la resolución (24,32%).

$23,906 \pm 0,292 \text{ mm}$

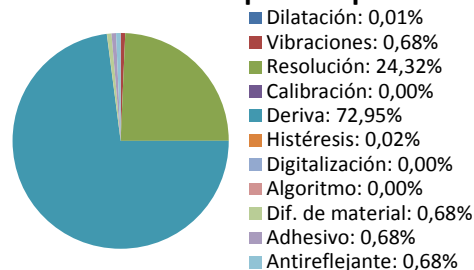
\bar{x} [mm]	23,906
U_c [mm]	0,146
GL	159
t_s	2,000
U_e [mm]	0,292



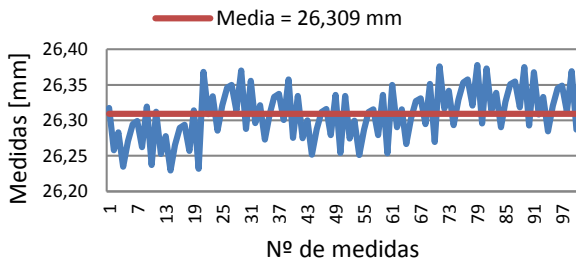
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



MIX - Distancia esf (6-9)



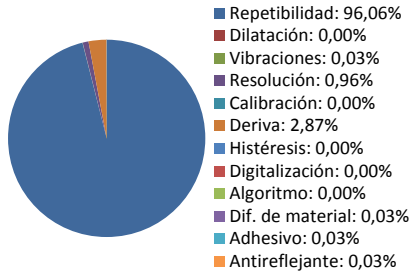
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (96,06%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,95%) y la resolución (24,32%).

$26,309 \pm 0,708 \text{ mm}$

\bar{x} [mm]	26,309
U_c [mm]	0,354
GL	107
t_s	2,000
U_e [mm]	0,708



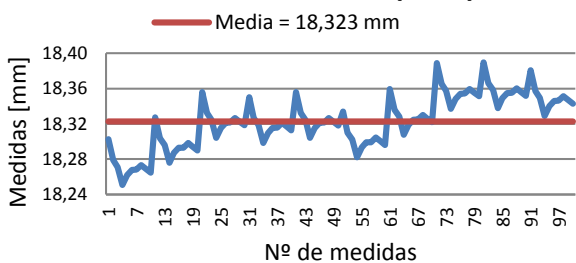
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



MIX - Distancia esf (6-10)



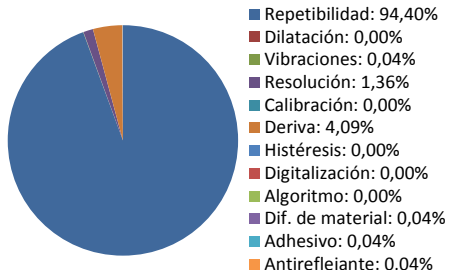
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (94,40%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,96%) y la resolución (24,32%).

$18,323 \pm 0,594 \text{ mm}$

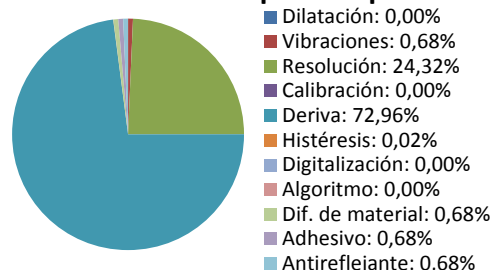
\bar{x} [mm]	18,323
U_c [mm]	0,297
GL	111
t_s	2,000
U_e [mm]	0,594



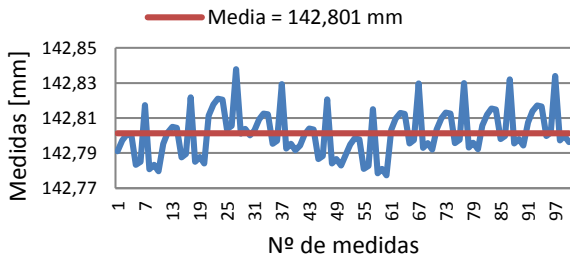
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



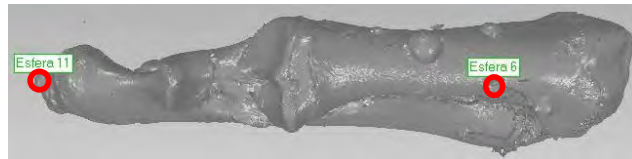
MIX - Distancia esf (6-11)



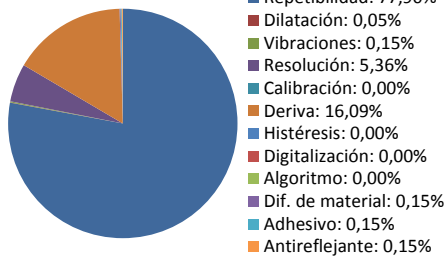
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (77,90%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,81%) y la resolución (24,27%).

$142,801 \pm 0,299 \text{ mm}$

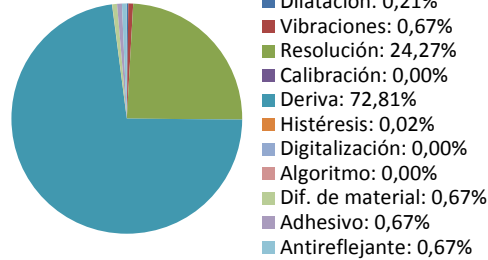
\bar{x} [mm]	142,801
U_c [mm]	0,150
GL	156
t_s	2,000
U_e [mm]	0,299



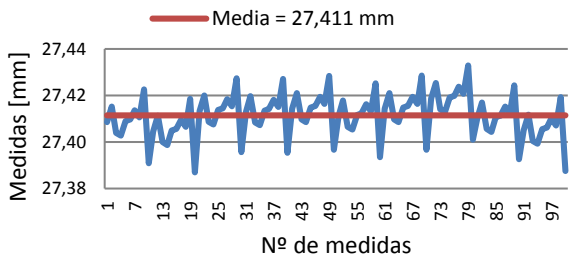
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



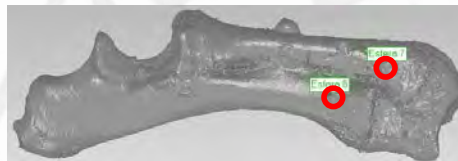
MIX - Distancia esf (7-8)



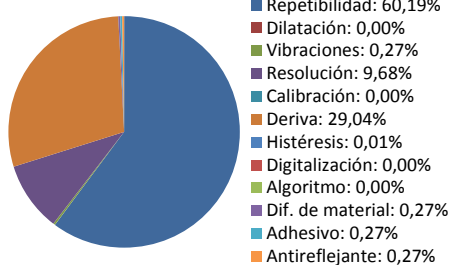
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (60,19%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,95%) y la resolución (24,32%).

$27,411 \pm 0,223 \text{ mm}$

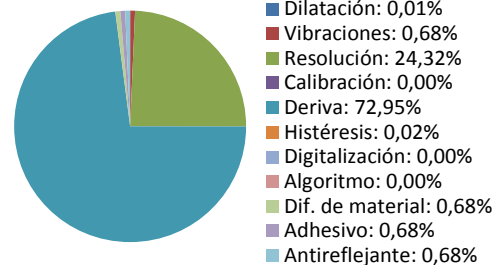
\bar{x} [mm]	27,411
U_c [mm]	0,111
GL	218
t_s	2,000
U_e [mm]	0,223



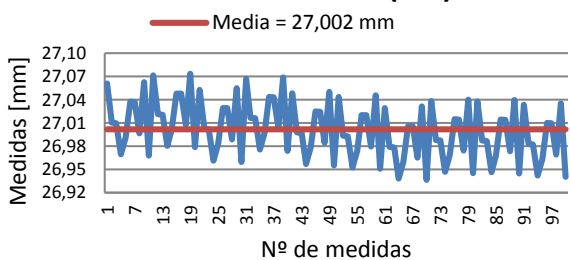
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



MIX - Distancia esf (7-9)



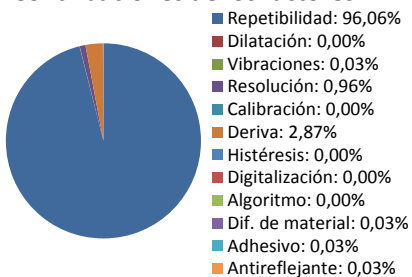
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (96,06%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,95%) y la resolución (24,32%).

$27,002 \pm 0,708 \text{ mm}$

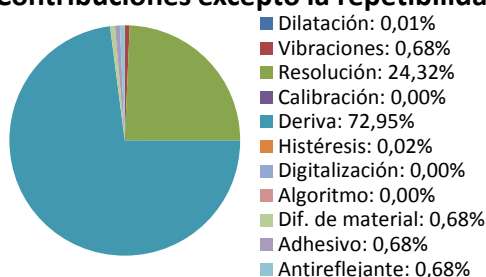
\bar{x} [mm]	27,002
U_c [mm]	0,354
GL	107
t_s	2,000
U_e [mm]	0,708



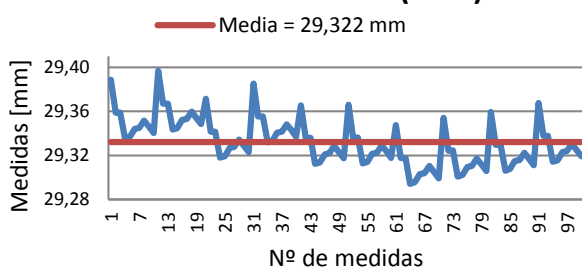
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



MIX - Distancia esf (7-10)



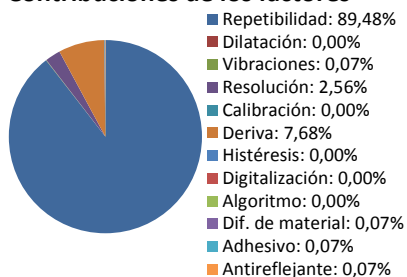
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (89,48%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,95%) y la resolución (24,32%).

$29,332 \pm 0,433 \text{ mm}$

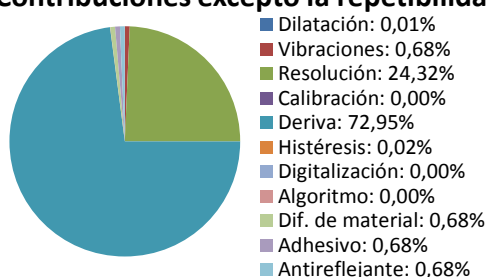
\bar{x} [mm]	29,332
U_c [mm]	0,217
GL	123
t_s	2,000
U_e [mm]	0,433



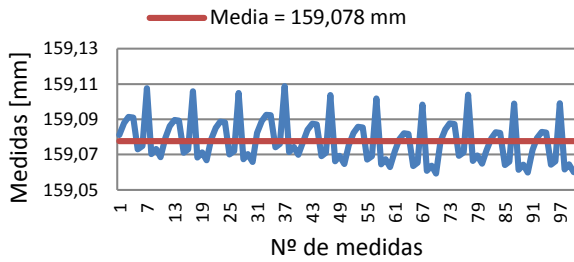
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



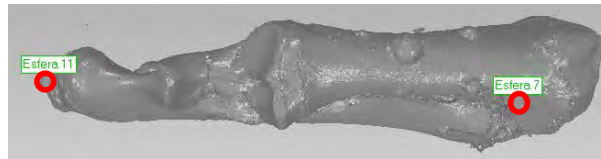
MIX - Distancia esf (7-11)



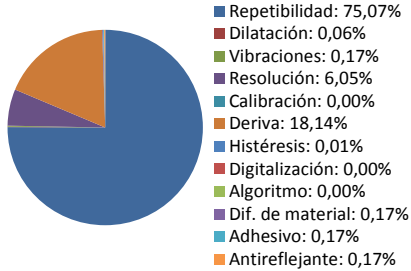
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (75,07%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,77%) y la resolución (24,26%).

$159,078 \pm 0,282 \text{ mm}$

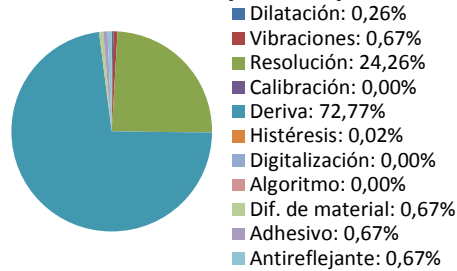
\bar{x} [mm]	159,078
U_c [mm]	0,141
GL	165
t_s	2,000
U_e [mm]	0,282



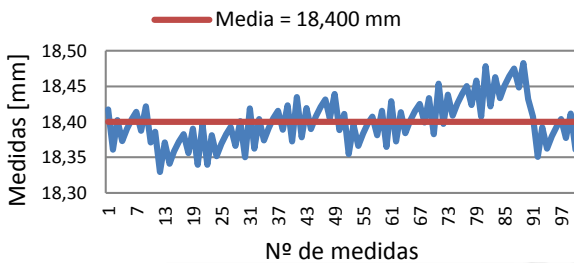
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



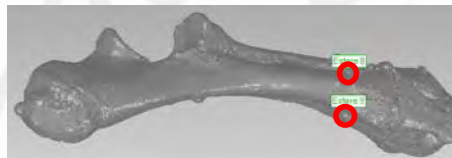
MIX - Distancia esf (8-9)



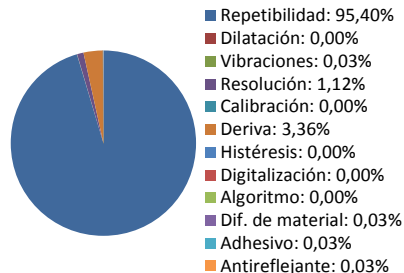
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, contribuye casi totalmente a la incertidumbre (95,40%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,96%) y la resolución (24,32%).

$18,400 \pm 0,655 \text{ mm}$

\bar{x} [mm]	18,400
U_c [mm]	0,327
GL	109
t_s	2,000
U_e [mm]	0,655



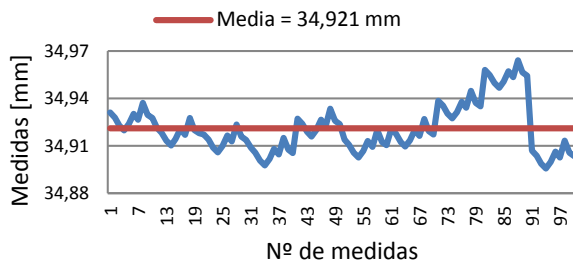
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



MIX - Distancia esf (8-10)



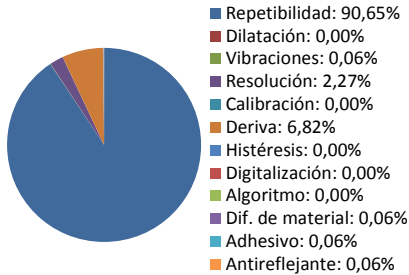
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (90,65%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,95%) y la resolución (24,32%).

$34,921 \pm 0,334 \text{ mm}$

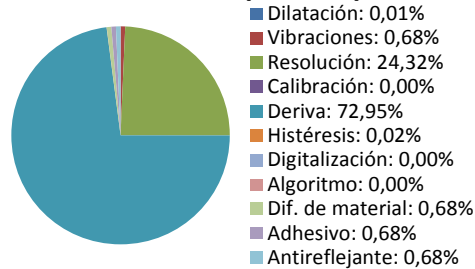
\bar{x} [mm]	34,921
U_c [mm]	0,167
GL	142
t_s	2,000
U_e [mm]	0,334



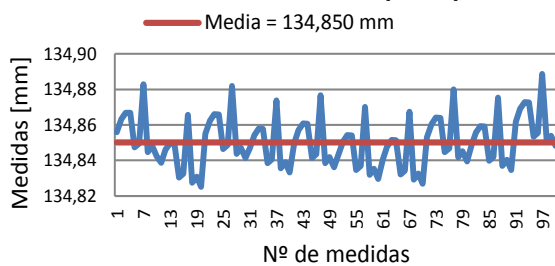
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



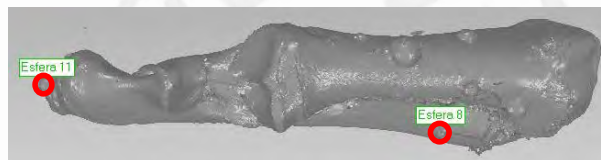
MIX - Distancia esf (8-11)



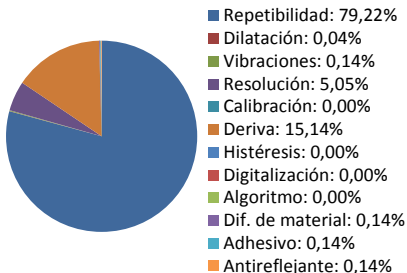
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (79,22%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,82%) y la resolución (24,27%).

$134,850 \pm 0,308 \text{ mm}$

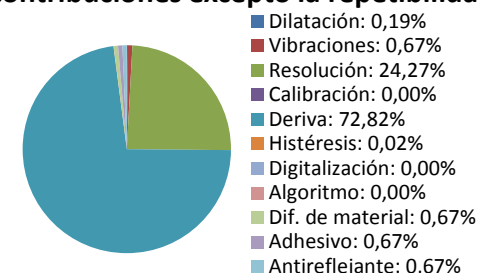
\bar{x} [mm]	134,850
U_c [mm]	0,154
GL	152
t_s	2,000
U_e [mm]	0,308



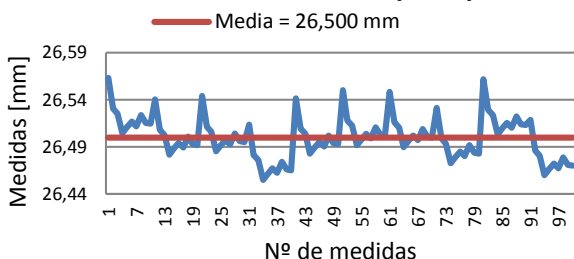
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



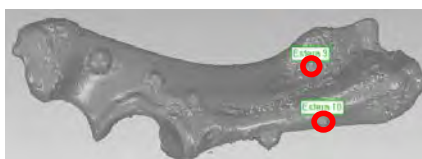
MIX - Distancia esf (9-10)



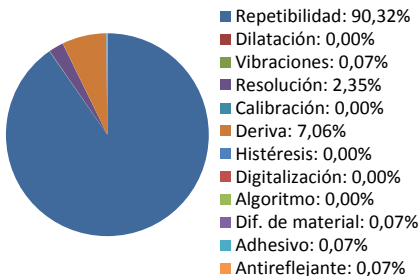
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (90,32%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,95%) y la resolución (24,32%).

$26,500 \pm 0,452 \text{ mm}$

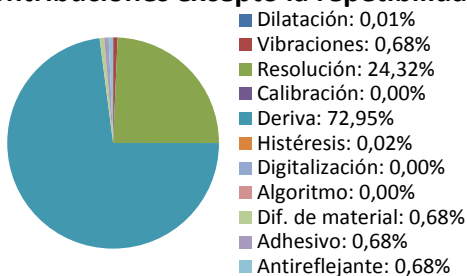
\bar{x} [mm]	26,500
U_c [mm]	0,226
GL	121
t_s	2,000
U_e [mm]	0,452



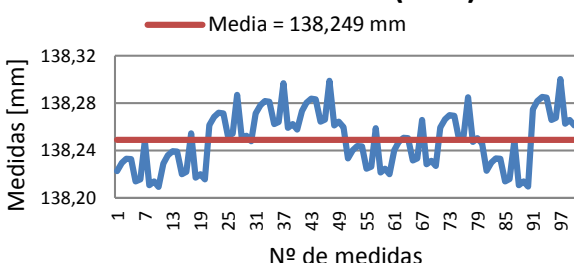
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



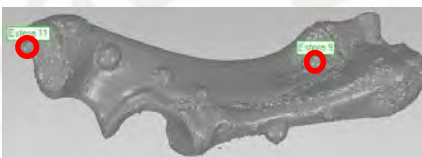
MIX - Distancia esf (9-11)



La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (91,55%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,82%) y la resolución (24,27%).

$138,249 \pm 0,484 \text{ mm}$

\bar{x} [mm]	138,249
U_c [mm]	0,242
GL	118
t_s	2,000
U_e [mm]	0,484



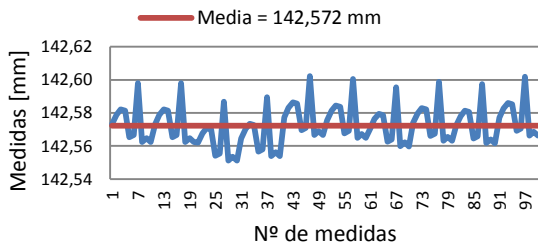
Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



MIX - Distancia esf (10-11)



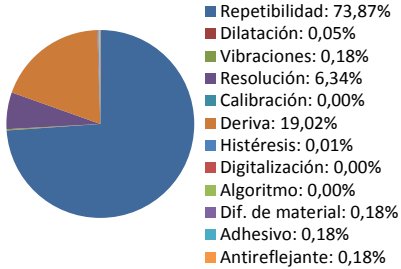
La Repetibilidad, compuesto por 100 mediciones, es el elemento que más contribuye a la incertidumbre (73,87%). Sin contar este factor los que más afectan son la deriva (72,81%) y la resolución (24,27%).

$$142,572 \pm 0,275 \text{ mm}$$

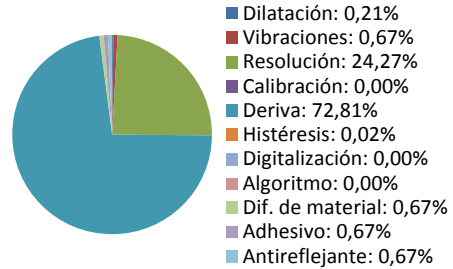
\bar{x} [mm]	142,572
U_c [mm]	0,138
GL	169
t_s	2,000
U_e [mm]	0,275



Contribuciones de los factores



Contribuciones excepto la repetibilidad



Capítulo 3 RESUMEN DE INCERTIDUMBRES

En este capítulo se obtiene el error medio cometido por el equipo en función del diámetro de esferas y material medido. Los siguientes gráficos muestran las incertidumbres en las mediciones de cada hueso. La medida número 1 corresponde a la incertidumbre expandida de las medidas entre las esferas identificadas como 1 y 2 del hueso tratado. La medida número 2 corresponde a la incertidumbre expandida de las medidas entre las esferas identificadas como 1 y 3 del hueso tratado, y así sucesivamente. Como se ha comentado anteriormente, con el promedio de ellos se puede tener una aproximación del error cometido por el equipo en función del diámetro de la esfera que se esté midiendo.

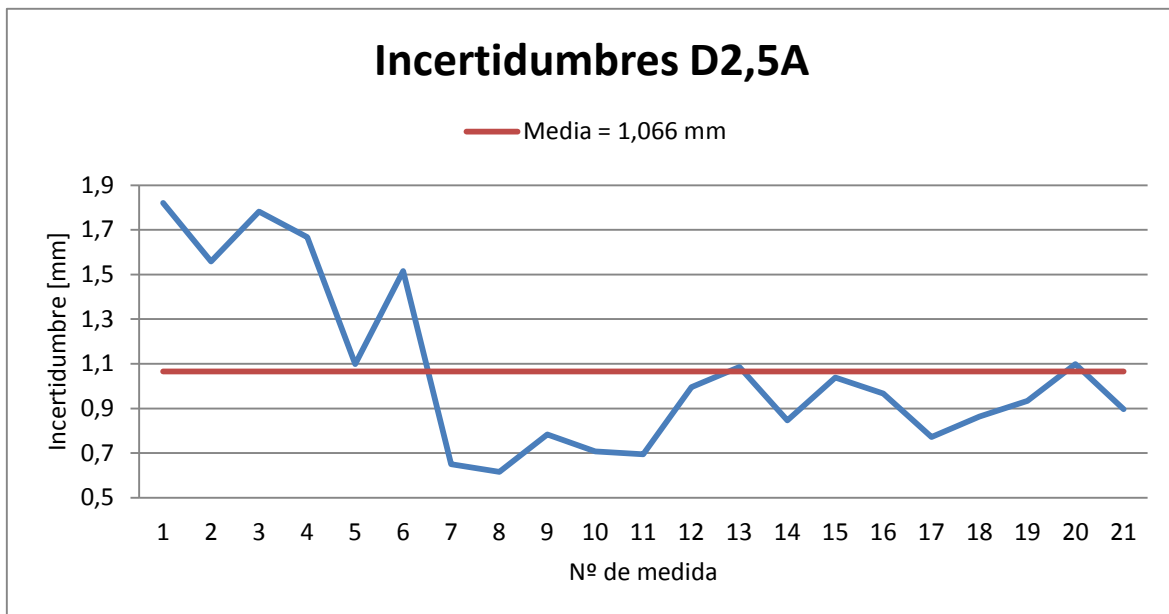


Figura 125 Incertidumbres del D2,5A y su media

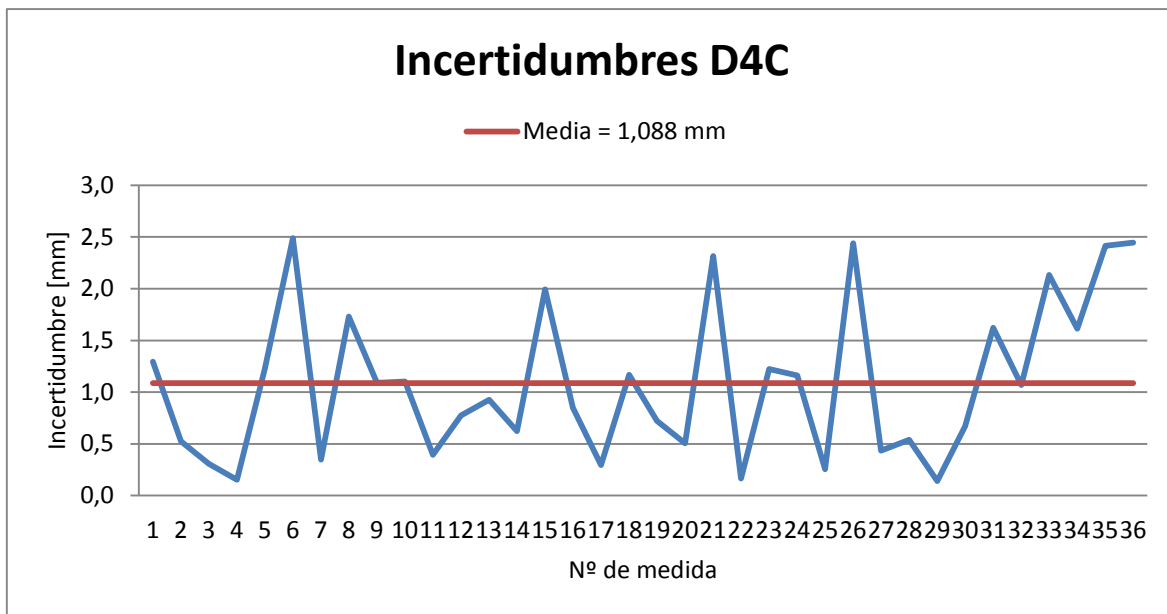


Figura 126 Incertidumbres del D4C y su media

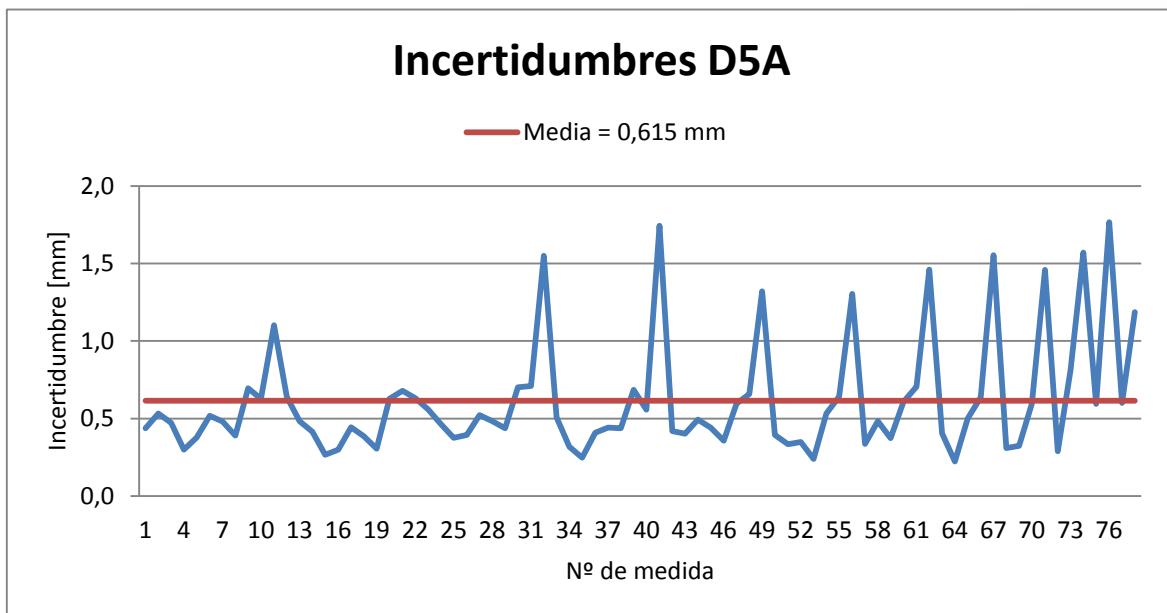


Figura 127 Incertidumbres del D5A y su media

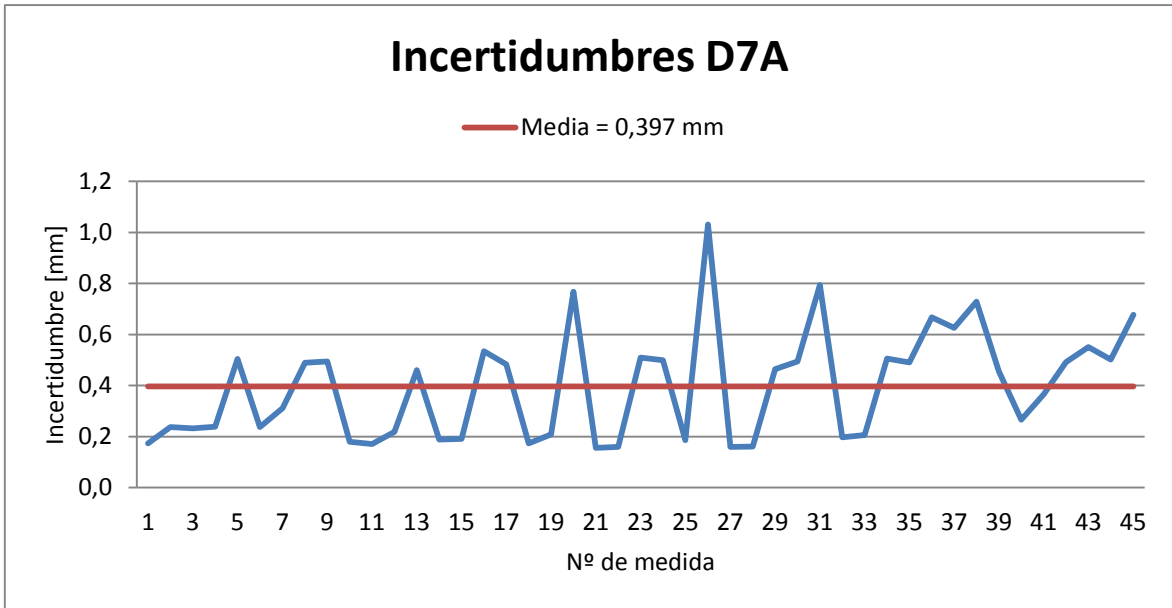


Figura 128 Incertidumbres del D7A y su media

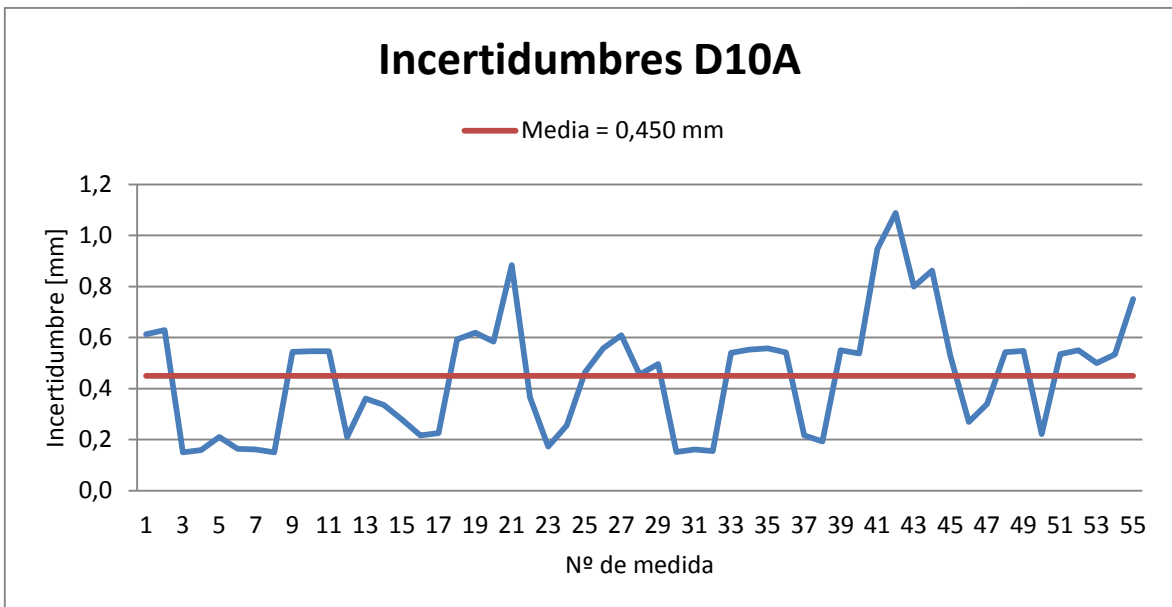


Figura 129 Incertidumbres del D10A y su media

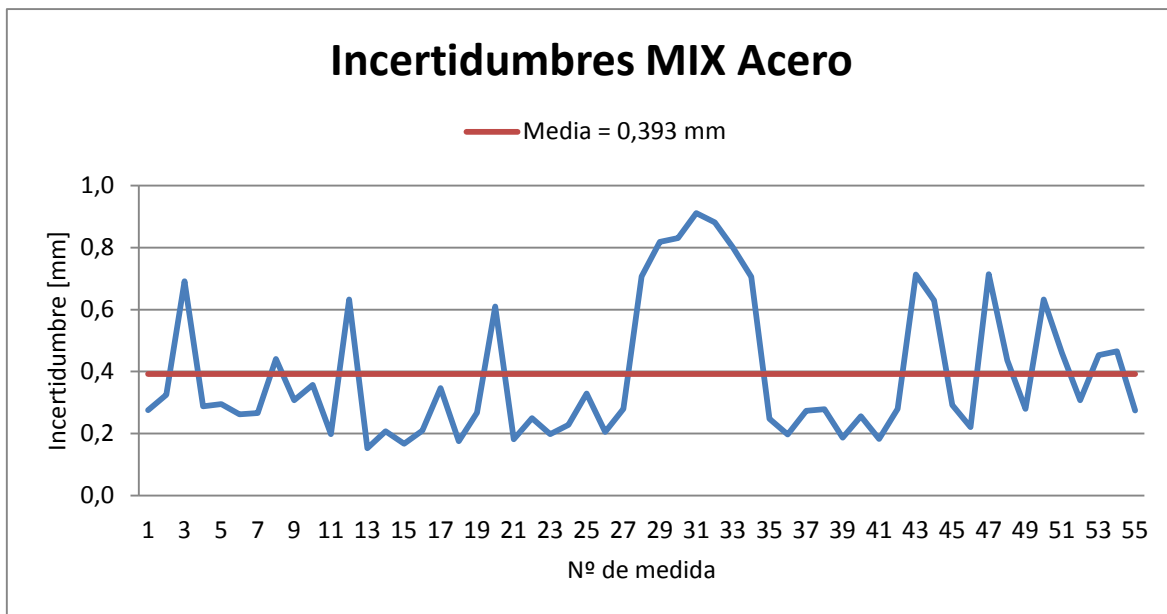


Figura 130 Incertidumbres del MIX y su media

Con estos gráficos se puede sacar una visión global de qué esferas provocan mayor incertidumbre a la hora de efectuar una medición. Es decir, con qué tamaño es más fácil o más difícil afinar la precisión de la medida. En líneas generales, se observa que la tendencia es que a mayor diámetro de esfera resulta más fácil detectar el centro. Esto es bastante lógico, porque tras escanear el artefacto y al ser la esfera de mayor diámetro, en el software se podrán seleccionar mayor número de puntos de la nube para adaptar la esfera y obtener con mayor precisión su centro. Para esta conclusión no se tiene en cuenta el gráfico del hueso MIX porque en él se mezclan las mediciones de varios tamaños de esferas de acero.

Capítulo 4 RESUMEN DE RESULTADOS

A continuación se pueden observar los resultados numéricos hallados a partir de las mediciones en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería ICAI y sus respectivos cálculos posteriores ya explicados.

	Nº Medida	Esferas	Medida [mm]	Incertidumbre \pm [mm]	Observaciones	GL
Hueso D2,5 Acero	1	1-2	15,369	1,820	100	100
	2	1-3	36,811	1,558	100	101
	3	1-4	58,295	1,782	100	100
	4	1-5	69,917	1,667	100	100
	5	1-6	8,040	1,098	100	102
	6	1-7	118,289	1,515	100	101
	7	2-3	23,995	0,650	100	109
	8	2-4	45,166	0,616	100	110
	9	2-5	57,222	0,784	100	106
	10	2-6	12,524	0,708	100	107
	11	2-7	107,310	0,694	100	108
	12	3-4	24,803	0,995	100	103
	13	3-5	33,992	1,085	100	102
	14	3-6	35,809	0,847	100	105
	15	3-7	84,117	1,039	100	103
	16	4-5	15,810	0,966	100	103
	17	4-6	57,657	0,772	100	106
	18	4-7	65,053	0,863	100	104
	19	5-6	69,471	0,934	100	104
	20	5-7	51,522	1,098	100	102
	21	6-7	119,192	0,896	100	104

Tabla 3. Resumen de medidas D2,5^a

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
INGENIERO INDUSTRIAL

Resumen de resultados

	Nº Medida	Esferas	Medida [mm]	Incertidumbre	Observaciones	GL
Hueso D4 Cristal	1	1-2	23,347	1,295	100	101
	2	1-3	37,584	0,525	100	114
	3	1-4	46,975	0,308	100	152
	4	1-5	55,151	0,152	10	151
	5	1-6	73,742	1,224	100	102
	6	1-7	15,363	2,488	100	100
	7	1-8	11,912	0,347	100	139
	8	1-9	38,605	1,731	100	99
	9	2-3	17,185	1,090	100	102
	10	2-4	29,179	1,103	100	102
	11	2-5	37,455	0,393	10	12
	12	2-6	54,024	0,774	100	101
	13	2-7	21,693	0,925	100	100
	14	2-8	24,897	0,623	100	102
	15	2-9	54,275	1,994	100	100
	16	3-4	17,534	0,849	100	105
	17	3-5	31,652	0,294	10	16
	18	3-6	45,511	1,169	100	102
	19	3-7	31,728	0,723	100	107
	20	3-8	34,319	0,505	100	116
	21	3-9	65,175	2,316	100	100
	22	4-5	18,644	0,165	10	87
	23	4-6	32,955	1,222	100	102
	24	4-7	45,200	1,161	100	102
	25	4-8	44,074	0,254	100	185
	26	4-9	79,143	2,439	100	100
	27	5-6	19,411	0,435	10	12
	28	5-7	57,209	0,538	10	11
	29	5-8	55,836	0,141	10	171
	30	5-9	90,886	0,669	10	10
	31	6-7	74,407	1,622	100	101
	32	6-8	74,188	1,069	100	102
	33	6-9	108,227	2,134	100	100
	34	7-8	11,097	1,614	100	101
	35	7-9	34,076	2,416	100	100
	36	8-9	37,514	2,446	100	100

Tabla 4. Resumen de medidas DAC

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
INGENIERO INDUSTRIAL

Resumen de resultados

	Nº Medida	Esferas	Medida [mm]	Incertidumbre	Observaciones	GL
Hueso D5 Acero	1	1-2	18,356	0,437	100	122
	2	1-3	34,363	0,532	100	114
	3	1-4	67,804	0,472	100	119
	4	1-5	78,242	0,300	100	155
	5	1-6	87,379	0,378	100	131
	6	1-7	94,780	0,519	100	115
	7	1-8	126,323	0,481	100	118
	8	1-9	160,547	0,39	100	129
	9	1-10	174,069	0,695	100	108
	10	1-11	20,037	0,627	100	110
	11	1-12	25,161	1,102	100	102
	12	1-13	59,310	0,641	100	109
	13	2-3	16,356	0,484	100	117
	14	2-4	49,999	0,415	100	125
	15	2-5	64,559	0,266	100	175
	16	2-6	74,459	0,300	100	155
	17	2-7	80,654	0,445	100	121
	18	2-8	111,322	0,387	100	130
	19	2-9	146,958	0,305	100	153
	20	2-10	160,592	0,627	100	110
	21	2-11	31,100	0,679	100	108
	22	2-12	17,688	0,631	100	109
	23	2-13	47,549	0,560	100	112
	24	3-4	34,781	0,464	100	119
	25	3-5	56,101	0,375	100	132
	26	3-6	65,342	0,395	100	128
	27	3-7	69,424	0,522	100	115
	28	3-8	98,393	0,483	100	118
	29	3-9	135,292	0,437	100	122
	30	3-10	148,505	0,701	100	107
	31	3-11	44,462	0,710	100	107
	32	3-12	22,699	1,549	100	101
	33	3-13	40,427	0,507	100	116
	34	4-5	61,276	0,318	100	148
	35	4-6	69,902	0,249	100	189
	36	4-7	68,293	0,409	100	126
	37	4-8	88,600	0,442	100	122

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
INGENIERO INDUSTRIAL

Resumen de resultados

38	4-9	127,602	0,437	100	122
39	4-10	139,729	0,686	100	108
40	4-11	72,813	0,557	100	113
41	4-12	48,565	1,744	100	100
42	4-13	34,959	0,419	100	125
43	5-6	18,835	0,402	100	127
44	5-7	28,738	0,494	100	117
45	5-8	58,414	0,442	100	122
46	5-9	89,836	0,357	100	136
47	5-10	106,903	0,597	100	111
48	5-11	95,375	0,658	100	109
49	5-12	78,230	1,320	100	101
50	5-13	89,590	0,395	100	128
51	6-7	13,951	0,335	100	142
52	6-8	45,065	0,350	100	138
53	6-9	75,002	0,239	100	199
54	6-10	91,115	0,532	100	114
55	6-11	104,725	0,643	100	109
56	6-12	87,044	1,305	100	101
57	6-13	98,529	0,337	100	141
58	7-8	32,936	0,483	100	118
59	7-9	66,452	0,374	100	132
60	7-10	81,389	0,608	100	110
61	7-11	110,835	0,706	100	107
62	7-12	91,158	1,461	100	101
63	7-13	98,585	0,405	100	127
64	8-9	39,045	0,223	100	218
65	8-10	52,398	0,500	100	116
66	8-11	141,175	0,638	100	109
67	8-12	119,779	1,553	100	101
68	8-13	121,007	0,309	100	151
69	9-10	20,089	0,325	100	145
70	9-11	176,693	0,596	100	111
71	9-12	156,625	1,459	100	101
72	9-13	159,855	0,290	100	161
73	10-11	189,492	0,813	100	105
74	10-12	169,013	1,570	100	101
75	10-13	170,946	0,595	100	111
76	11-12	24,954	1,766	100	100

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
INGENIERO INDUSTRIAL

Resumen de resultados

	77	11-13	54,151	0,600	100	111
	78	12-13	34,659	1,187	100	102

Tabla 5. Resumen de medidas D5A

	Nº Medida	Esferas	Medida [mm]	Incertidumbre	Observaciones	GL
Hueso D7 Acero	1	1-2	16,279	0,174	100	268
	2	1-3	35,891	0,238	100	200
	3	1-4	57,939	0,233	100	205
	4	1-5	83,29	0,239	100	199
	5	1-6	98,398	0,504	100	116
	6	1-7	19,102	0,237	100	201
	7	1-8	20,586	0,311	100	150
	8	1-9	32,589	0,489	100	117
	9	1-10	137,855	0,495	100	117
	10	2-3	23,391	0,180	100	268
	11	2-4	47,761	0,171	100	266
	12	2-5	70,877	0,219	100	223
	13	2-6	84,733	0,461	100	120
	14	2-7	32,432	0,189	100	261
	15	2-8	25,923	0,191	100	259
	16	2-9	45,644	0,535	100	114
	17	2-10	125,228	0,483	100	118
	18	3-4	28,178	0,173	100	267
	19	3-5	53,729	0,209	100	236
	20	3-6	67,691	0,768	100	106
	21	3-7	45,600	0,156	100	236
	22	3-8	39,852	0,160	100	248
	23	3-9	63,156	0,509	100	116
	24	3-10	106,566	0,500	100	116
	25	4-5	31,263	0,186	100	264
	26	4-6	48,014	1,031	100	103
	27	4-7	66,557	0,160	100	248
	28	4-8	66,004	0,161	100	249
	29	4-9	87,156	0,465	100	119
	30	4-10	82,562	0,495	100	117
	31	5-6	18,242	0,794	100	105
	32	5-7	95,241	0,197	100	253
	33	5-8	92,954	0,206	100	240

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
INGENIERO INDUSTRIAL

Resumen de resultados

34	5-9	114,534	0,506	100	116
35	5-10	54,676	0,491	100	117
36	6-7	111,139	0,667	100	108
37	6-8	106,953	0,626	100	110
38	6-9	129,424	0,729	100	107
39	6-10	42,245	0,456	100	120
40	7-8	18,955	0,266	100	175
41	7-9	22,673	0,365	100	134
42	7-10	148,855	0,492	100	117
43	8-9	25,142	0,551	100	113
44	8-10	146,384	0,502	100	116
45	9-10	168,656	0,678	100	108

Tabla 6. Resumen de medidas D7A

	Nº Medida	Esferas	Medida [mm]	Incertidumbre	Observaciones	GL
Hueso D10 Acero	1	1-2	27,296	0,613	100	110
	2	1-3	43,601	0,629	100	110
	3	1-4	54,314	0,150	100	213
	4	1-5	69,521	0,159	100	244
	5	1-6	102,738	0,210	100	234
	6	1-7	101,549	0,164	100	256
	7	1-8	100,274	0,161	100	249
	8	1-9	99,923	0,150	100	215
	9	1-10	132,900	0,544	100	113
	10	1-11	51,136	0,546	100	113
	11	2-3	28,013	0,546	100	113
	12	2-4	44,120	0,210	100	235
	13	2-5	57,535	0,361	100	135
	14	2-6	84,092	0,336	100	142
	15	2-7	84,999	0,278	100	167
	16	2-8	88,140	0,216	100	226
	17	2-9	87,608	0,226	100	214
	18	2-10	118,475	0,593	100	111
	19	2-11	65,807	0,619	100	110
	20	3-4	21,965	0,584	100	111
	21	3-5	41,309	0,883	100	104
	22	3-6	66,571	0,366	100	134
	23	3-7	61,534	0,173	100	267

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
INGENIERO INDUSTRIAL

Resumen de resultados

24	3-8	65,263	0,255	100	184
25	3-9	68,882	0,464	100	119
26	3-10	96,187	0,557	100	113
27	3-11	89,996	0,609	100	110
28	4-5	22,925	0,455	100	120
29	4-6	53,965	0,496	100	116
30	4-7	48,252	0,152	100	219
31	4-8	46,644	0,161	100	251
32	4-9	49,722	0,155	100	232
33	4-10	79,337	0,540	100	114
34	4-11	104,196	0,553	100	113
35	5-6	37,847	0,557	100	113
36	5-7	39,986	0,541	100	113
37	5-8	34,746	0,217	100	225
38	5-9	30,680	0,193	100	256
39	5-10	65,038	0,550	100	113
40	5-11	119,060	0,538	100	114
41	6-7	23,348	0,948	100	103
42	6-8	30,801	1,088	100	102
43	6-9	26,410	0,799	100	105
44	6-10	40,848	0,862	100	104
45	6-11	149,394	0,529	100	114
46	7-8	19,834	0,269	100	173
47	7-9	30,011	0,339	100	141
48	7-10	36,608	0,542	100	113
49	7-11	149,600	0,548	100	113
50	8-9	17,182	0,222	100	219
51	8-10	33,542	0,535	100	114
52	8-11	150,482	0,550	100	113
53	9-10	37,045	0,500	100	116
54	9-11	149,722	0,534	100	114
55	10-11	182,472	0,751	100	106

Tabla 7. Resumen de medidas D10A

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
INGENIERO INDUSTRIAL

Resumen de resultados

	Nº Medida	Esferas	Medida	Incertidumbre	Observaciones	GL
Hueso MIX Acero	1	1-2	27,442	0,276	100	168
	2	1-3	45,316	0,325	100	145
	3	1-4	74,236	0,691	100	108
	4	1-5	87,478	0,288	100	161
	5	1-6	107,996	0,295	100	158
	6	1-7	124,057	0,262	100	178
	7	1-8	100,240	0,266	100	175
	8	1-9	103,103	0,441	100	122
	9	1-10	107,585	0,308	100	152
	10	1-11	35,283	0,357	100	136
	11	2-3	18,667	0,198	100	251
	12	2-4	47,500	0,633	100	109
	13	2-5	60,225	0,153	100	223
	14	2-6	80,651	0,208	100	237
	15	2-7	97,165	0,167	100	262
	16	2-8	74,356	0,210	100	235
	17	2-9	77,248	0,347	100	138
	18	2-10	80,508	0,176	100	268
	19	2-11	62,357	0,267	100	174
	20	3-4	29,290	0,610	100	110
	21	3-5	42,577	0,182	100	267
	22	3-6	64,500	0,250	100	188
	23	3-7	81,839	0,198	100	251
	24	3-8	61,694	0,228	100	211
	25	3-9	62,876	0,329	100	144
	26	3-10	62,815	0,206	100	240
	27	3-11	79,895	0,280	100	166
	28	4-5	14,983	0,707	100	107
	29	4-6	40,643	0,818	100	105
	30	4-7	60,002	0,831	100	105
	31	4-8	47,725	0,911	100	104
	32	4-9	47,521	0,881	100	104
	33	4-10	37,617	0,800	100	105
	34	4-11	108,145	0,706	100	107
	35	5-6	26,327	0,248	100	189
	36	5-7	46,268	0,197	100	252
	37	5-8	38,219	0,274	100	170

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
INGENIERO INDUSTRIAL

Resumen de resultados

38	5-9	38,726	0,279	100	166
39	5-10	25,547	0,187	100	263
40	5-11	121,725	0,256	100	183
41	6-7	20,546	0,183	100	266
42	6-8	23,905	0,280	100	166
43	6-9	26,305	0,713	100	107
44	6-10	18,319	0,629	100	110
45	6-11	142,800	0,292	100	159
46	7-8	27,412	0,221	100	220
47	7-9	27,000	0,714	100	107
48	7-10	29,333	0,437	100	122
49	7-11	159,078	0,280	100	166
50	8-9	18,402	0,633	100	109
51	8-10	34,927	0,460	100	120
52	8-11	134,850	0,308	100	152
53	9-10	26,498	0,453	100	120
54	9-11	138,254	0,465	100	119
55	10-11	142,572	0,275	100	169

Tabla 8. Resumen de medidas MIX




Capítulo 5 COMPARATIVA

Se procede a comparar los resultados hallados tras medir el artefacto en dos equipos: en el laboratorio de FREMAP mediante Tomografía Axial Computarizada, TAC; y en el laboratorio de metrología de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de U.P. Comillas – I.C.A.I.- mediante el brazo láser de medición.




En las siguientes tablas se visualiza el hueso para identificar las esferas cuya distancia se ha obtenido. Se aprecia una diferencia sustancial entre ambas medidas, que podría ser originada por la inexactitud del equipo utilizado en el TAC para hallar el punto céntrico de la esfera. Como se aprecia en las imágenes del laboratorio de FREMAP, la distancia está reflejada con una línea fina azul, y esta línea no llega a ocupar la extensión de centro a centro de esferas. Además, la diferencia entre ambas medidas suele corresponder, o estar muy próxima, a la suma de los radios de ambas esferas, lo que induce a pensar que las medidas de FREMAP se han hallado como distancias entre puntos sin especificar de las superficies de las esferas.

Otra diferencia es la manera de proporcionar la medida entre los dos laboratorios, en un caso se proporciona el mensurando, y en el otro se facilita el resultado completo: medida+incertidumbre. Además, en el laboratorio de ICAI se especifica con la variable ‘n’ el número de medidas efectuadas y con ‘GL’ los grados de libertad de las magnitudes valoradas en el cálculo de la incertidumbre de la medida


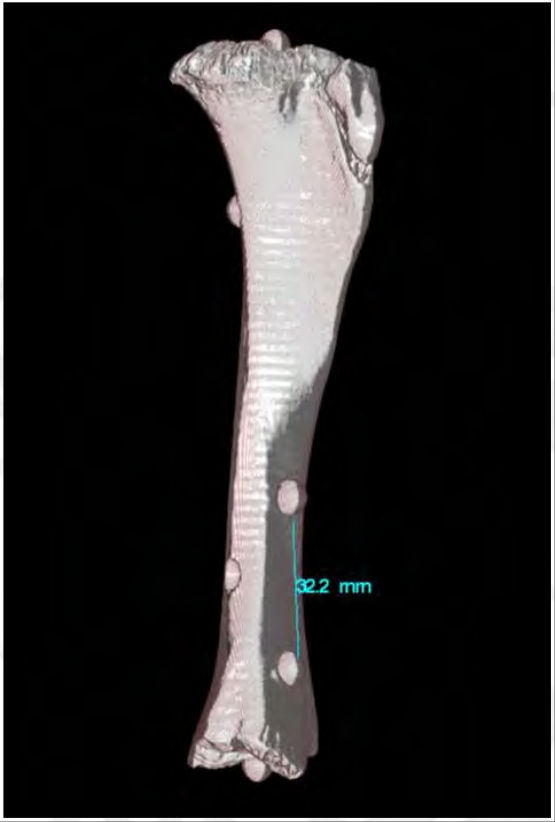

COMPARATIVA DE MEDIDAS

Material	Orgánico	Longitud	< 150 mm	Diámetro de las esferas	D2'5
Pieza	Paletilla de cordero	Nº Pieza	1	Material de las esferas	Acero
Original		Laboratorio de FREMAP		Laboratorio de ICAI	
					
		Medida 1: 10,9 mm; n=1 Medida 2: 44,8 mm; n=1		Medida 1: 12,524 ± 0,708 mm; GL=107; n=100 Medida 2: 45,166 ± 0,616 mm; GL=110; n=100	


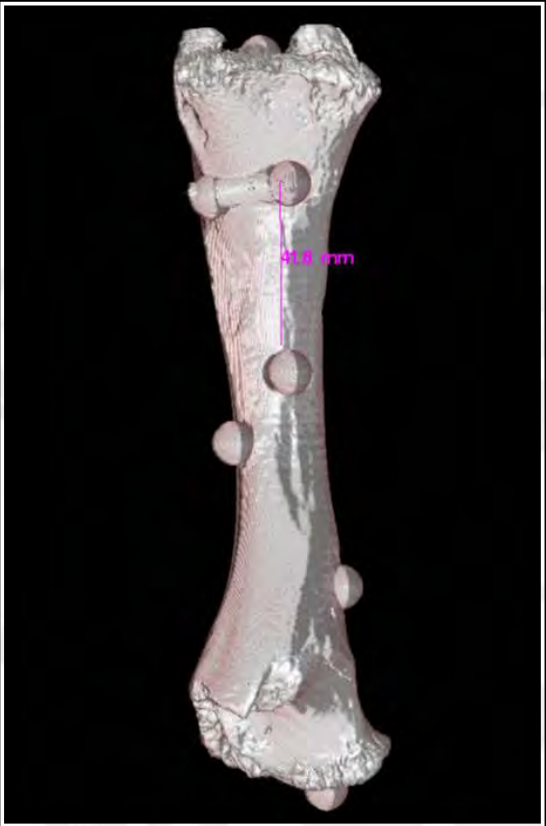
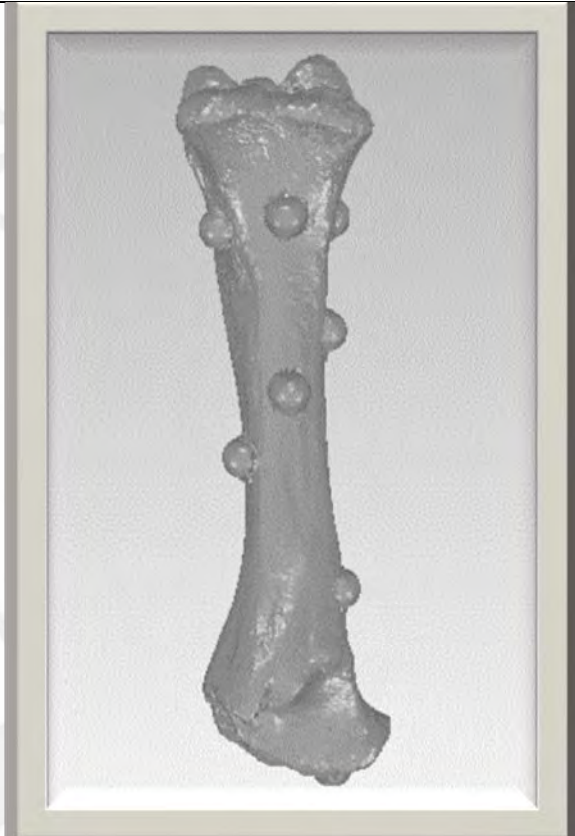
COMPARATIVA DE MEDIDAS

Material	Orgánico	Longitud	< 115 mm	Diámetro de las esferas	D4
Pieza	Paletilla de cordero	Nº Pieza	2	Material de las esferas	Cristal
Original		Laboratorio de FREMAP		Laboratorio de ICAI	
					
		Medida: 28,7 mm; n=1		Medida: 31,728 ± 0,723 mm; GL=107; n=100	

COMPARATIVA DE MEDIDAS


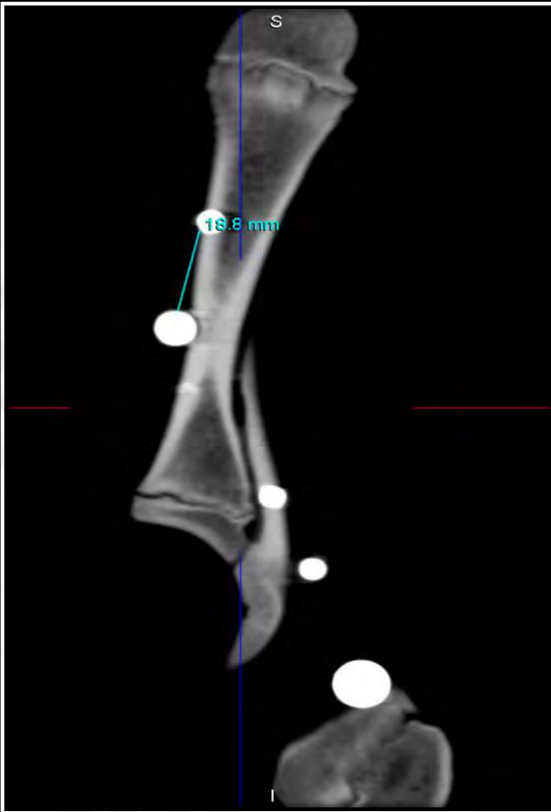
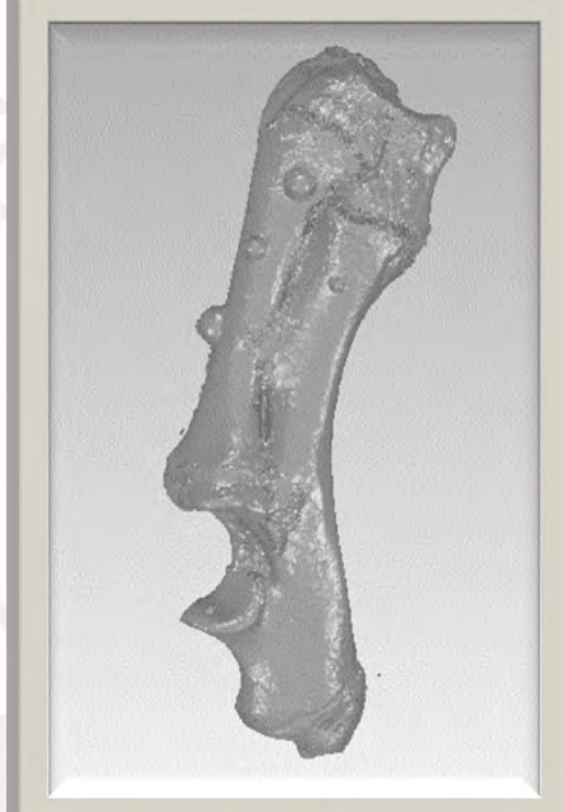
Material	Orgánico	Longitud	< 180 mm	Diámetro de las esferas	D7
Pieza	Pata de jamón	Nº Pieza	4	Material de las esferas	Acero
Original		Laboratorio de FREMAP		Laboratorio de ICAI	
					
		Medida: 32,2 mm; n=1		Medida: 39,852 ± 0,160 mm; GL=248; n=100	

COMPARATIVA DE MEDIDAS




Material	Orgánico	Longitud	< 200 mm	Diámetro de las esferas	D10
Pieza	Pata de jamón	Nº Pieza	5	Material de las esferas	Acero
Original		Laboratorio de FREMAP		Laboratorio de ICAI	
					
		Medida: 41,8 mm; n=1		Medida: 46,644 ± 0,160 mm; GL=248; n=100	

COMPARATIVA DE MEDIDAS




Material	Orgánico	Longitud	< 200 mm	Diámetro de las esferas	D2'5, D5, D7, D10
Pieza	Paletilla de jamón	Nº Pieza	6	Material de las esferas	Acero

Original	Laboratorio de FREMAP	Laboratorio de ICAI
		
	Medida: 18,8 mm; n=1	Medida: 26,328 ± 0,244 mm; GL=194; n=100




COMPARATIVA DE MEDIDAS

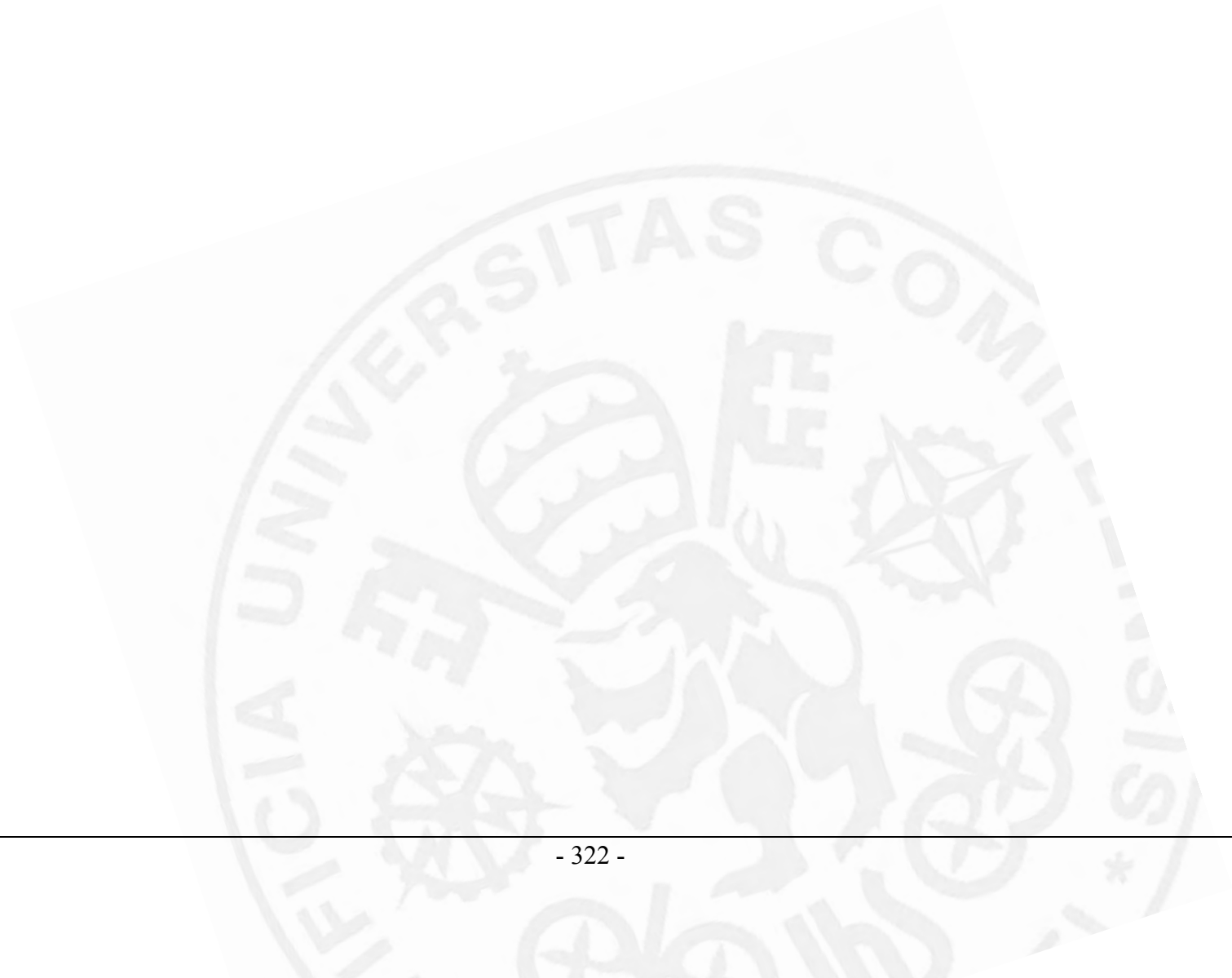
Material	Orgánico	Longitud	< 200 mm	Diámetro de las esferas	D2'5, D5, D7, D10
Pieza	Paletilla de jamón	Nº Pieza	6	Material de las esferas	Acero
Original		Laboratorio de FREMAP		Laboratorio de ICAI	
					
		Medida: 39 mm; n=1		Medida: 46,267 ± 0,196 mm; GL=254; n=100	

COMPARATIVA DE MEDIDAS

Material	Orgánico	Longitud	< 200 mm	Diámetro de las esferas	D2'5, D5, D7, D10
Pieza	Paletilla de jamón	Nº Pieza	6	Material de las esferas	Acero
Original		Laboratorio de FREMAP		Laboratorio de ICAI	
					
		Medida 1: 16,8 mm; n=1 Medida 2: 39mm; n=1		Medida 1: 25,546 ± 0,186 mm; GL=264; n=100 Medida 2: 46,267 ± 0,196 mm; GL=254; n=100	

COMPARATIVA DE MEDIDAS

Material	Orgánico	Longitud	< 200 mm	Diámetro de las esferas	D2'5, D5, D7, D10
Pieza	Paletilla de jamón	Nº Pieza	6	Material de las esferas	Acero
Original		Laboratorio de FREMAP		Laboratorio de ICAI	
					
		Medida 1: 25,8 mm; n=1 Medida 2: 59,8 mm; n=1		Medida 1: 27,442 ± 0,276 mm; GL=168; n=100 Medida 2: 62,872 ± 0,362 mm; GL=135; n=100	



Capítulo 6 CONCLUSIONES

El material planificado como artefacto a calibrar: ‘hueso’; ha resultado atrayente no solo para los médicos, también para otras personas como ingenieros, enfermeras, fisioterapeuta, etc. los cuales han mostrado interés en el contenido y trascendencia del presente proyecto.

La elección del adhesivo, pese al inconveniente de las condiciones de fijación, se valora muy positivamente por cumplir favorablemente con los criterios para su elección.

La digitalización por medio del brazo de medición con láser es una manera muy rápida y efectiva de digitalizar piezas con precisión.

Con los cálculos de incertidumbre de los datos del laboratorio de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería, el factor que generalmente más contribuye es la repetibilidad. Esto se debe a que la mayor fuente de incertidumbre procede de la persona que realiza las mediciones. Las otras magnitudes aportan poca incertidumbre a la medida. Se han hallado un amplio número de medidas por cada distancia, normalmente cien, con el deseo de obtener una medida precisa. Como se puede ver en las tablas de la comparativa, el número de medidas obtenidas en el laboratorio de I.C.A.I. es en todos los casos el más numeroso.

Se observa que las incertidumbres obtenidas se reducen enormemente a medida que aumentan el número de mediciones realizadas sobre una misma distancia, especialmente debido a la reducción del valor de la t de Student. Por ello, es recomendable realizar el mayor número posible de mediciones dentro de un orden.

Uno de los objetivos secundarios de este proyecto era calibrar el brazo de medición mediante las distancias halladas del artefacto, comparando estas medidas con las mediciones de otros equipos de hospitales. Sin embargo, debido al escaso número de centros sanitarios participantes en la intercomparación, no se da por finalizada la calibración del brazo hasta poder compararlo con un número de equipos suficientemente numeroso.

Parte I SECCIÓN D: RETOS

FUTUROS

ÍNDICE DEL DOCUMENTO 1.D: RETOS FUTUROS

<i>Parte I. Sección D: Retos Futuros</i>	325
<i>Índice del documento 1.D: Retos futuros</i>	327
<i>Capítulo 1 Retos futuros</i>	329

Capítulo 1 RETOS FUTUROS

La metrología tiene un papel cada vez más importante en la salud humana. La trazabilidad metrológica en los análisis clínicos es una necesidad social y reglamentaria. Se espera que los trabajos para establecer cadenas de trazabilidad adecuadas, ininterrumpidas e internacionalmente aceptadas continúen y se intensifiquen.

En el futuro se prevé un cambio radical en la forma en que los pacientes son tratados y diagnosticados. La medicina personalizada, en el que la prevención, diagnósticos y tratamientos se harán a medida, serán realidad en un futuro no lejano debido a los avances tecnológicos, al mayor conocimiento de la correlación entre enfermedad/fenotipo, posibilidad de analizar la etiología subyacente y análisis cada vez más sofisticados. Algunos retos futuros en el campo de la metrología son:

- Normalización global de los análisis clínicos: patrones y protocolos para el manejo y tratamiento de muestras, desarrollo de procesos estándar...
- Normalización de las medidas en distintas plataformas: validación cruzable, métodos y plataformas...
- Patrones y materiales de referencia para todas las -ómicas (genómica, proteómica, celómica...) para todos los potenciales biomarcadores.
- Lab-on-a-chip
- Humano Virtual
- Etc.

El trabajo realizado en el presente proyecto sirve de apoyo para futuros proyectos, el más claro y ambicioso de ellos es conseguir realizar un reglamento de intercomparación. Aunque a priori pueda parecer un objetivo final muy costoso y a largo plazo, la colaboración de mediciones en diferentes equipos del mundo sanitario agilizaría enormemente el trabajo, y conllevaría consecuencias positivas para la sociedad: ahorro en coste, disminución del tiempo y mejora de la calidad.

En los equipos participantes se dio libertad de medida del artefacto, es decir, sin especificar desde qué punto exacto a qué punto exacto se deseaba obtener la medición.

Para comparar los equipos habría que solicitar las mediciones desde los puntos de referencia que corresponden a los centros de las esferas, y de esta forma poder comparar mediciones de la misma distancia. Sin embargo, esto podría provocar una limitación de las posibles máquinas a participar, porque algunos aparatos no pueden detectar con exactitud el centro de la esfera.

Además, en los datos proporcionados en equipos de hospitales, las medidas se cuantifican únicamente mediante un número, pero en el ámbito metrológico una medida está formada por un valor nominal acompañado siempre de su incertidumbre. Por tanto, para poder comparar correctamente las medidas y hacer una buena calibración habría que solicitar la medición completa, también con su parte de incertidumbre, a los futuros equipos que participaran.

Las medidas dimensionales comparadas en el presente proyecto son en su totalidad longitudinales, para complementar estas mediciones y calibrar mejor tanto el artefacto como los equipos colaboradores en el proyecto, se podría ampliar el abanico de mediciones a medidas angulares utilizando tres puntos de referencia en lugar de dos.

Se podrían desarrollar futuros proyectos sobre el comportamiento del brazo de medición con el palpador láser al detectar mayor diversidad de materiales y tonalidades en la realización de una misma medición para comprobar cómo afectan esos cambios al resultado final.

También podrían ser interesantes proyectos para determinar la variabilidad de los factores que caracterizan la precisión del brazo, tanto las magnitudes contempladas en el presente proyecto como otras nuevas: histéresis, deriva, algoritmo, etc. Para ello, se pueden emplear las medidas ya realizadas con los artefactos no calibrados junto con otras medidas que se realicen en distintas posiciones distribuidas por todo el volumen de medición del brazo.

Otro de los puntos de mira se centra en aumentar el tipo de mediciones con las que se trabaja. En el presente proyecto, las medidas comentadas a las que se hace referencia han sido dimensionales, en el futuro se pretende calibrar también con medidas angulares.

Parte I. SECCIÓN E: ANEXOS

ÍNDICE DEL DOCUMENTO 1.E: ANEXOS

<i>Parte I. Sección E: Anexos.....</i>	<i>331</i>
<i>Índice del documento 1.E: Anexos</i>	<i>333</i>
<i>Capítulo 1 Huesos de Jamón.....</i>	<i>335</i>
<i>Capítulo 2 Agua oxigenada 50 % 200 vol.....</i>	<i>337</i>
<i>Capítulo 3 Esferas de cristal.....</i>	<i>345</i>
<i>Capítulo 4 Bolas de rodamientos.....</i>	<i>347</i>
<i>Capítulo 5 Pie de rey.....</i>	<i>349</i>
<i>Capítulo 6 Taladro</i>	<i>351</i>
<i>Capítulo 7 Brocas.....</i>	<i>353</i>
<i>Capítulo 8 Dispensador y cánula de adhesivo</i>	<i>355</i>
<i>Capítulo 9 Epoxi</i>	<i>357</i>
<i>Capítulo 10 Cianocrilato</i>	<i>371</i>
<i>Capítulo 11 Revelador húmedo</i>	<i>373</i>
<i>Capítulo 12 Mesa de planitud.....</i>	<i>375</i>
<i>Capítulo 13 Brazo de medición</i>	<i>377</i>
<i>Capítulo 14 Geomagic</i>	<i>379</i>

Capítulo 1 HUESOS DE JAMÓN

Hueso de jamón natural para perros

Da un capricho a tu mascota con este delicioso, natural y **divertido hueso para perros**. Este producto consiste en **huesos de jamón verdaderos envasados al vacío** para que conserven todas sus características originales al llegar a tu hogar.

Con este apetitoso manjar ideal para todas las razas y tamaños y **especialmente grueso para un mayor tiempo de masticado**, podrás premiarle con momentos de plena satisfacción

Los huesos tienen **trozos de la carne del propio jamón** para roer, que mantendrán a tu perro ocupadísimo y encantado con su sabor hasta el final.

Gracias al sistema de conservación al vacío la carne se mantiene fresca y tierna como si estuviese recién salida de la carnicería. **¡Tu perro adorará este hueso!**

Recuerda que roer y morder, contribuye a la **higiene y fortaleza dental óptima**. Al roer los huesos se produce un **efecto de arrastre sobre los dientes que ayuda a eliminar la placa bacteriana y los depósitos de sarro y masajea las encías**.

Disfruta viendo a tu perro completamente feliz y consigue que esté tranquilo y **entretenido con nuestros huesos naturales**. Al ser **muy resistentes** podrás lanzarlos tan lejos cómo desees sin riesgo a que se partan.

Si tienes un perro intranquilo, demasiado juguetón y algo pillo, este es sin duda el producto que te ayudará. **Evita que mordisquee todo lo que se encuentre a su paso**. Al ser **muy duradero**, lo mantiene más tiempo ocupado royendo y así lo mantendrás tranquilo, porque **roer es una necesidad de tu perro**.

Dos modelos de presentación para que escojas la que más se ajusta a tu mascota.

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

Divertido **hueso para perros** con el sabor del jamón del propio hueso natural..

En 2 tamaños, pero en proporción especialmente grueso para un mayor tiempo de masticado.

Envasados al vacío para su correcta conservación.

Muy resistentes y duraderos.



USO:

Juega con tu fiel amigo y fortalece sus músculos a la vez que contribuyes a su buena educación y adiestramiento.

Evita que roa y muerda otros objetos, manteniéndolo ocupado.

Disfruta viendo a tu perro completamente feliz y consigue que esté tranquilo y entretenido con nuestros huesos.

VENTAJAS:

Nutritivo y natural, es un hueso de jamón fresco.

Complemento alimenticio y **ayuda a la salud bucal de tu perro.**

Gran durabilidad.

Resistencia. Al ser muy resistentes podrás lanzarlos tan lejos cómo desees sin riesgo a que se partan.

Juguete. Evita que destruya todo lo que se encuentre a su paso. Al ser muy duradero, lo mantiene más tiempo ocupado masticando y así lo mantendrás tranquilo.

Presentación:

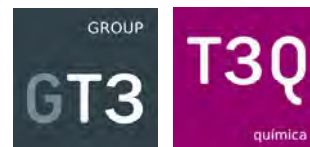
Pequeño: Dos huesos de aproximadamente 17 cm.

Grande: Un hueso de aproximadamente 24 cm.

Capítulo 2 AGUA OXIGENADA 50 % 200 VOL

AGUA OXIGENADA 50 % 200 VOL PRS

Ficha de datos de seguridad (FDS)



Fecha de revisión: 19/3/2008

Página 1 de 6

1. IDENTIFICACIÓN DE LA SUSTANCIA O EL PREPARADO Y DE LA SOCIEDAD O EMPRESA.

1.1 Identificación de la sustancia o el preparado.

Nombre: AGUA OXIGENADA 50 % 200 VOL PRS
Código: A3900

1.2 Uso de la sustancia o del preparado.

1.3 Identificación de la empresa.

Empresa: Rams-Martínez, S.L. [Group T3]
Dirección: Torrent d'en Baiell, 36
Población: SENTMENAT
Provincia: Barcelona
Teléfono: +34 937152001
Fax: +34 937152379
E-mail: msds@groupt3.com

1.4 Teléfono de urgencias: 915620420

2. IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS.

Peligro de fuego en contacto con materias combustibles.
Provoca quemaduras.
Nocivo por inhalación y por ingestión.
Irrita los ojos y las vías respiratorias.

3. COMPOSICIÓN/INFORMACIÓN DE LOS COMPONENTES.

Sustancias peligrosas para la salud o el medio ambiente de acuerdo con la Directiva 67/548/CEE:

<i>nº índice</i>	<i>nº CAS</i>	<i>nº CE</i>	<i>nº registro</i>	<i>Nombre</i>	<i>Concentración</i>	<i>Símbolos</i>	<i>Frases R *</i>
008-003-00-9	7722-84-1	231-765-0		agua oxigenada 50 %/ peróxido de hidrógeno en disolución	50 - 75 %	O C	R8 R34 R20/22 R36/37

* El texto completo de las frases R se detalla en el apartado 16 de esta Ficha de Seguridad.

4. PRIMEROS AUXILIOS.

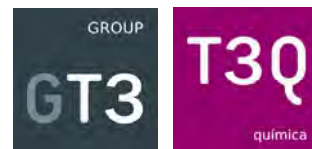
En los casos de duda, o cuando persistan los síntomas de malestar, solicitar atención médica. No administrar nunca nada por vía oral a personas que se encuentre inconscientes.

Inhalación.

Situar al accidentado al aire libre, mantenerle caliente y en reposo, si la respiración es irregular o se detiene, practicar respiración artificial. No administrar nada por la boca. Si está inconsciente, ponerle en una posición adecuada y buscar ayuda médica.

AGUA OXIGENADA 50 % 200 VOL PRS

Ficha de datos de seguridad (FDS)



Fecha de revisión: 19/3/2008

Página 2 de 6

Contacto con los ojos.

En caso de llevar lentes de contacto, quitarlas. Lavar abundantemente los ojos con agua limpia y fresca durante, por lo menos, 10 minutos, tirando hacia arriba de los párpados y buscar asistencia médica.

Contacto con la piel.

Quitar la ropa contaminada. Lavar la piel vigorosamente con agua y jabón o un limpiador de piel adecuado. **NUNCA** utilizar disolventes o diluyentes.

Ingestión.

Si accidentalmente se ha ingerido, buscar inmediatamente atención médica. Mantenerle en reposo. **NUNCA** provocar el vómito.

5. MEDIDAS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS.

Medios de extinción recomendados.

Polvo extintor o CO₂. En caso de incendios más graves también espuma resistente al alcohol y agua pulverizada. No usar para la extinción chorro directo de agua.

Riesgos especiales.

El fuego puede producir un espeso humo negro. Como consecuencia de la descomposición térmica, pueden formarse productos peligrosos: monóxido de carbono, dióxido de carbono. La exposición a los productos de combustión o descomposición puede ser perjudicial para la salud.

Equipo de protección contra incendios.

Según la magnitud del incendio, puede ser necesario el uso de trajes de protección contra el calor, equipo respiratorio autónomo, guantes, gafas protectoras o máscaras faciales y botas.

Otras recomendaciones.

Refrigerar con agua los tanques, cisternas o recipientes próximos a la fuente de calor o fuego. Tener en cuenta la dirección del viento. Evitar que los productos utilizados en la lucha contra incendio, pasen a desagües, alcantarillas o cursos de agua.

6. MEDIDAS A TOMAR EN CASO DE VERTIDO ACCIDENTAL.

Precauciones individuales.

Eliminar los posibles puntos de ignición y ventilar la zona. No fumar. Evitar respirar los vapores. Para control de exposición y medidas de protección individual, ver epígrafe 8.

Métodos de limpieza.

Recoger el vertido con materiales absorbentes no combustibles (tierra, arena, vermiculita, tierra de diatomeas...). Verter el producto y el absorbente en un contenedor adecuado. La zona contaminada debe limpiarse inmediatamente con un descontaminante adecuado. Echar el descontaminante a los restos y dejarlo durante varios días hasta que no se produzca reacción, en un envase sin cerrar. Para la posterior eliminación de los residuos, seguir las recomendaciones del epígrafe 13.

Precauciones para la protección del medio ambiente.

Evitar la contaminación de desagües, aguas superficiales o subterráneas, así como del suelo. En caso de producirse grandes vertidos o si el producto contamina lagos, ríos o alcantarillas, informar a las autoridades competentes, según la legislación local.

7. MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO.

7.1 Manipulación.

Los vapores son más pesados que el aire y pueden extenderse por el suelo. Pueden formar mezclas explosivas con el aire. Evitar la creación de concentraciones del vapor en el aire, inflamables o explosivas; evitar concentraciones del vapor superiores a los límites de exposición durante el trabajo. El preparado sólo debe utilizarse en zonas en las cuales se hayan eliminado toda llama desprotegida y otros puntos de ignición. El equipo eléctrico ha de estar protegido según las normas adecuadas.

El preparado puede cargarse electrostáticamente: utilizar siempre tomas de tierra cuando se trasvase el producto. Los operarios deben llevar calzado y ropa antiestáticos, y los suelos deben ser conductores.

Mantener el envase bien cerrado, aislado de fuentes de calor, chispas y fuego. No se emplearan herramientas que puedan producir chispas.

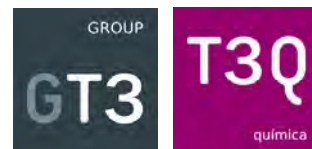
Evitar que el preparado entre en contacto con la piel y ojos. Evitar la inhalación de vapor y las nieblas que se producen durante el pulverizado.

Para la protección personal, ver epígrafe 8. No emplear nunca presión para vaciar los envases, no son recipientes resistentes a la presión.

En la zona de aplicación debe estar prohibido fumar, comer y beber.

AGUA OXIGENADA 50 % 200 VOL PRS

Ficha de datos de seguridad (FDS)



Fecha de revisión: 19/3/2008

Página 3 de 6

Cumplir con la legislación sobre seguridad e higiene en el trabajo.
Conservar el producto en envases de un material idéntico al original.

7.2 Almacenamiento.

Almacenar según la legislación local. Observar las indicaciones de la etiqueta. Almacenar los envases entre 5 y 35° C, en un lugar seco y bien ventilado, lejos de fuentes de calor y de la luz solar directa. Mantener lejos de puntos de ignición. Mantener lejos de agentes oxidantes y de materiales fuertemente ácidos o alcalinos. No fumar. Evitar la entrada a personas no autorizadas. Una vez abiertos los envases, han de volverse a cerrar cuidadosamente y colocarlos verticalmente para evitar derrames.

7.3 Usos específicos.

8. CONTROLES DE EXPOSICIÓN/PROTECCIÓN PERSONAL.

8.1 Límites de exposición.

Límite de exposición durante el trabajo para:

Nombre	VLA-ED *		VLA-EC *	
	ppm	mg/m ³	ppm	mg/m ³
AGUA OXIGENADA 30 % 110 VOL	1	1,4		

* Según la lista de Valores Límite Ambientales de Exposición Profesional adoptados por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) para el año 2007.

8.2 Controles de la exposición

Medidas de orden técnico: proveer una ventilación adecuada, lo cual puede conseguirse mediante una buena extracción-ventilación local y un buen sistema general de extracción. Si esto no fuese suficiente para mantener las concentraciones de partículas y vapores del disolvente por debajo del límite de exposición durante el trabajo, debe llevarse un equipo de respiración adecuado.

Protección respiratoria: personal en trabajos de pulverizado : equipo respiratorio con suministro de aire. Resto de operaciones: en zonas bien ventiladas, los equipos respiratorios con suministro de aire pueden reemplazarse por una mascarilla formada por una combinación de un filtro de carbón activo y otro de partículas.

Protección de las manos: para los contactos prolongados o repetidos utilizar guantes del tipo alcohol polivinílico o goma de nitrilo. Las cremas protectoras pueden ayudar a proteger las zonas de la piel expuestas, dichas cremas no deben aplicarse **NUNCA** una vez que la exposición se haya producido.

Protección de los ojos: utilizar gafas protectoras, especialmente diseñadas para proteger contra las salpicaduras de líquidos. Instalar lavajos de emergencia en las proximidades de la zona de utilización.

Protección de la piel: el personal debe llevar ropas antiestáticas de fibra natural o de fibras sintéticas resistentes a altas temperaturas. Debe lavarse todas las partes del cuerpo que hayan estado en contacto con el preparado.

9. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS.

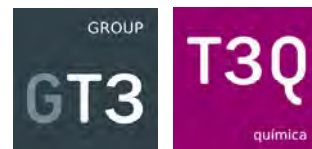
9.1 Información general.

Aspecto: Líquido de olor característico

Olor:

AGUA OXIGENADA 50 % 200 VOL PRS

Ficha de datos de seguridad (FDS)



Fecha de revisión: 19/3/2008

Página 4 de 6

9.2. Información importante en relación con la salud, la seguridad y el medio ambiente.

pH:
Punto/intervalo de ebullición: °C
Punto de inflamación: °C
Inflamabilidad (sólido, gas):
Propiedades explosivas:
Propiedades comburentes:
Presión de vapor:
Densidad relativa: gr/cm³
Solubilidad
Hidrosolubilidad:
Liposolubilidad:
Coeficiente de reparto (n-octanol/agua):
Viscosidad:
Densidad de vapor:
Velocidad de evaporación:

10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD.

Estable bajo las condiciones de manipulación y almacenamiento recomendadas (ver epígrafe 7).

En caso de incendio se pueden generar productos de descomposición peligrosos, tales como monóxido y dióxido de carbono, humos y óxidos de nitrógeno.

Mantener alejado de agentes oxidantes y de materiales fuertemente alcalinos o ácidos, a fin de evitar reacciones exotérmicas.

11. INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA.

No existen datos disponibles ensayados del preparado. La exposición a concentraciones de los vapores de los disolventes por encima del límite de exposición durante el trabajo puede tener efectos negativos, (por ejemplo irritación de la mucosa y del sistema respiratorio, efectos adversos sobre riñones, hígado y sistema nervioso central). Entre los síntomas cabe citar: dolor de cabeza, vértigos, fatiga, debilidad muscular, somnolencia y, en casos extremos, pérdida de la consciencia.

El contacto repetido o prolongado con el preparado, puede causar la eliminación de la grasa de la piel, dando lugar a una dermatitis de contacto no alérgica y a que se absorba el preparado a través de la piel.

Las salpicaduras en los ojos pueden causar irritación y daños reversibles

12. INFORMACIONES ECOLÓGICAS.

No existen datos disponibles ensayados sobre el preparado. No se debe permitir que el producto pase a las alcantarillas o a cursos de agua.

Evitar la penetración en el terreno. Evitar la emisión de disolventes a la atmósfera.

13. CONSIDERACIONES SOBRE LA ELIMINACIÓN.

No se permite su vertido en alcantarillas o cursos de agua. Los residuos y envases vacíos deben manipularse y eliminarse de acuerdo con las legislaciones local/nacional vigentes.

14. INFORMACIÓN RELATIVA AL TRANSPORTE.

Transportar siguiendo las normas ADR/TPC para el transporte por carretera, las RID por ferrocarril, las IMDG por mar y las ICAO/IATA para transporte aéreo.

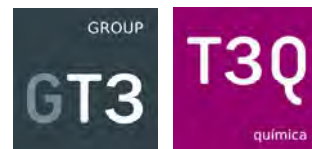
Modo de transporte

14.1 Tierra: Transporte por carretera: ADR 2007, Transporte por ferrocarril: RID

n° ONU: 2014 Clase: 5.1 Grupo de embalaje: II
Etiquetas: 5.1, 8 Número de peligro: 58

AGUA OXIGENADA 50 % 200 VOL PRS

Ficha de datos de seguridad (FDS)



Fecha de revisión: 19/3/2008

Página 5 de 6

Documentación de transporte: Carta de porte e Instrucciones escritas

14.2 Mar: Transporte por barco: IMDG 33-06

nº ONU: 2014 Clase: 5.1

Grupo de embalaje: II Etiquetas: 5.1, 8

FEm - Fichas de emergencia (F – Incendio, S – Derrames): F-H,S-Q

Contaminante marino (PP – Contaminante fuerte del mar, P – Contaminante del mar):

Documentación de transporte: Conocimiento de embarque

14.3 Aire: Transporte en avión: IATA/ICAO

nº ONU: 2014 Clase: 5.1 Grupo de embalaje: II

Etiquetas: 5.1, 8

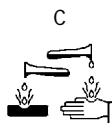
Documento de transporte: Conocimiento aéreo

15. INFORMACIÓN REGLAMENTARIA.

Símbolos



Comburente



Corrosivo

Frases R:

R8	Peligro de fuego en contacto con materias combustibles.
R34	Provoca quemaduras.
R20/22	Nocivo por inhalación y por ingestión.
R36/37	Irrita los ojos y las vías respiratorias.

Frases S:

S17	Manténgase lejos de materias combustibles.
S26	En caso de contacto con los ojos, lávese inmediata y abundantemente con agua y acúdase a un médico.
S28	En caso de contacto con la piel, lávese inmediata y abundantemente con ... (productos a especificar por el fabricante).
S45	En caso de accidente o malestar, acúdase inmediatamente al médico (si es posible, muéstresele la etiqueta).
S60	Eliminense el producto y su recipiente como residuos peligrosos.
S36/37/39	Úsense indumentaria y guantes adecuados y protección para los ojos/la cara.

Contiene:

AGUA OXIGENADA 30 % 110 VOL

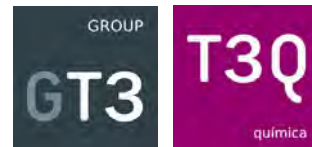
16. OTRAS INFORMACIONES.

Texto completo de las frases R que aparecen en el epígrafe 3:

R8	Peligro de fuego en contacto con materias combustibles.
----	---

AGUA OXIGENADA 50 % 200 VOL PRS

Ficha de datos de seguridad (FDS)



Fecha de revisión: 19/3/2008

Página 6 de 6

R34	Provoca quemaduras.
R20/22	Nocivo por inhalación y por ingestión.
R36/37	Irrita los ojos y las vías respiratorias.

La información facilitada en esta ficha de Datos de Seguridad ha sido redactada de acuerdo con el REGLAMENTO (CE) nº 1907/2006 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 18 de diciembre de 2006 relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y preparados químicos (REACH), por el que se crea la Agencia Europea de Sustancias y Preparados Químicos, se modifica la Directiva 1999/45/CE y se derogan el Reglamento (CEE) nº 793/93 del Consejo y el Reglamento (CE) nº 1488/94 de la Comisión así como la Directiva 76/769/CEE del Consejo y las Directivas 91/155/CEE, 93/67/CEE, 93/105/CE y 2000/21/CE de la Comisión.

La información de esta Ficha de Datos de Seguridad del Preparado está basada en los conocimientos actuales y en las leyes vigentes de la CE y nacionales, en cuanto que las condiciones de trabajo de los usuarios están fuera de nuestro conocimiento y control. El producto no debe utilizarse para fines distintos a aquellos que se especifican, sin tener primero una instrucción por escrito, de su manejo. Es siempre responsabilidad del usuario tomar las medidas oportunas con el fin de cumplir con las exigencias establecidas en las legislaciones.

Capítulo 3 ESFERAS DE CRISTAL

Datos del producto

Datos Básicos

Estilo:	De arte popular	Lugar del origen:	China (Continental)	Marca:	yk
Tipo de producto:	bola y la Tierra	Material:	Vidrio	Característica regional:	China
Tema:	Cruz	Técnica:	Fundición	Uso:	El arte y coleccion...
material:	de vidrio	tipo de producto:	modelo	la técnica:	pulido
de características regionales:	china	de la forma:	estándar	de color:	claro
moq:	50	las embarcaciones:	handmake		

Paquete

Paquete: Bolsas de plástico 25kg/bag, bolsas de jumbo también está disponible

Especificaciones

bola de cristal

Bola de cristal canbu utilizado en la decoración de furniture, accesorios de iluminación, decoración de la cortina, la imagen de alta- de grado, brillante y ranslucent deshacerse de calidad, ahora es cada vez más y más gente le encanta la adomment el de regalo.

nuestros servicios

1. tenemos la máquina avanzada, personal profesional y técnico.
2. tenemos un profesional de equipos de prueba y garantía de calidad.
3. tenemos un completo servicio post- venta del sistema.
4. por lo general por vía marítima, también puede de acuerdo a las necesidades de los clientes a fin.

información de la empresa

Guangzhou acero yuanke bola trading co., ltd principalmente proporcionar bola de acero inoxidable, bola de cobre, bola de plástico, de aleación de titanio, eje de acero, de acero al carbono pelota, galvanoplastia, vuelo de bola platillo, bola de cristal, etc., materias primas utilizando 316l, 304,304l, hod665,440c, 440,420c, 420, h65, h62, ta 1, tc 4, gcr15,15a amplia gama de material de alta calidad, tales como la precisión del producto en el g10-- g1000 btween todo tipo de bola de acero, bola y bastidores, de ricino, teniendo, y en estricta conformidad con gb308-89 la norma internacional y la norma ansi/afbma. Un wariety de producto specifitions 0.5-100mm desde, personalizado no- estándar, ampliamente utilizado en los cosméticos, medición de la bomba, la industria aeroespacial, la industria del automóvil, de la bicicleta, rodamiento de acero inoxidable, artesanías, equipo médico y otros productos. Yuanke bola de acero en el hogar tales como shanghai, guangzhou, zhejiang, como bien asoverseas, tales como el japon, corea del sur y así sucesivamente son muy populares.



Capítulo 4 BOLAS DE RODAMIENTOS

DESCRIPCIÓN



ENVÍOS

- Los productos serán despachados en 1-2 días comerciales y su paquete llegará en 6-25 días comerciales dependiendo de los diferentes destinos y servicios postales.
- Si usted no puede esperar pacientemente por el tiempo de envío que hemos declarado, le recomendamos que elija un vendedor local.
- Por favor revise cuidadosamente las políticas de su aduana antes de comprar, nosotros no seremos responsables por cualquier fallo en la entrega producto de cuestiones aduaneras.
- Los impuestos aduaneros son una obligación y una responsabilidad, y el comprador debe ser responsable de los impuestos y derechos de aduana en los que se incurrió.

País	Tiempo de Envío						
	Día laborales + Sábado + Domingo	5-7 días	8-15 días	16-20 días	21-25 días	26-30 días	>40 días
España	Promedio (tiempo de entrega)	1.20%	19.90%	36.60%	32.90%	10.50%	Reembolso
Estados Unidos	Promedio (tiempo de entrega)	15.50%	80.50%	5.00%	0.00%	0.00%	Reembolso
Reino Unido	Promedio (tiempo de entrega)	9.90%	63.20%	19.10%	3.40%	4.40%	Reembolso
Canadá	Promedio (tiempo de entrega)	2.00%	45.10%	31.40%	17.60%	3.90%	Reembolso
Australia	Promedio (tiempo de entrega)	21.40%	52.10%	16.30%	5.20%	4.00%	Reembolso
Alemania	Promedio (tiempo de entrega)	11.10%	22.20%	30.30%	20.90%	15.50%	Reembolso
Brasil/Rusia/Ucrania	Promedio (tiempo de entrega)	0.50%	13.10%	43.30%	28.10%	15.00%	Reembolso(>55)

NOTA: Brasil/Rusia/Ucrania el envío demandará mucho más tiempo que a otros países, el tiempo de reembolso será > 55 días

PAGOS

- El pago debe ser recibido dentro de los 3 días posteriores al que usted compró. Por favor elija los colores y tamaño correctos al momento de efectuar el pedido.
- La mayoría de los pedidos serán procesados instantáneamente y despachados en 24 horas, por lo que no podremos aceptar sus requerimientos especiales después de transcurridas 12 horas desde el pago

POLÍTICA DE DEVOLUCIÓN Y REEMBOLSOS

- Si el artículo se encuentra defectuoso cuando usted lo recibe, por favor devuélvalo dentro de los 14 días para obtener un reemplazo o un reembolso. Pero los productos deberán ser devueltos en el estado de fábrica.
- Por favor contáctenos y revise cuidadosamente la dirección de devolución antes de enviarlo de vuelta. Apreciaremos su feedback y calificación positiva y un DSRs de 5 estrellas. Por favor, no deje un feedback negativo o neutral sin antes haber contactado con nosotros. Haremos todo lo posible para solucionar su problema

CONTACTO

Por favor siéntase libre de contactar con nosotros, y le responderemos tan pronto como sea posible. Si no obtiene respuesta dentro de las 24 horas, por favor revise su casilla de correo no deseado o amablemente vuelva a reenviarnos su consulta

Capítulo 5 PIE DE REY



El **calibre**, también denominado **cartabón de corredera** o **pie de rey**, es un instrumento para medir dimensiones de objetos relativamente pequeños, desde centímetros hasta fracciones de milímetros ($1/10$ de milímetro, $1/20$ de milímetro, $1/50$ de milímetro).

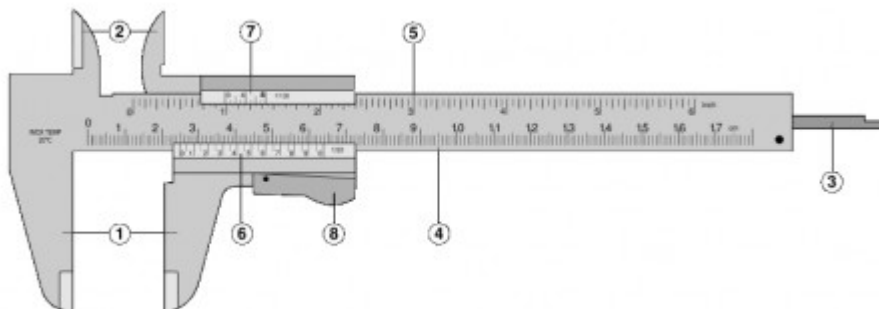
En la escala de las pulgadas tiene divisiones equivalentes a $1/16$ de pulgada, y, en su nonio, de $1/128$ de pulgadas.

Consta de una "regla" con una escuadra en un extremo, sobre la cual se desliza otra destinada a indicar la medida en una escala. Permite apreciar longitudes de $1/10$, $1/20$ y $1/50$ de milímetro utilizando el nonio.

Mediante piezas especiales en la parte superior y en su extremo, permite medir dimensiones internas y profundidades.

Posee dos escalas: la inferior milimétrica y la superior en pulgadas.

COMPONENTES

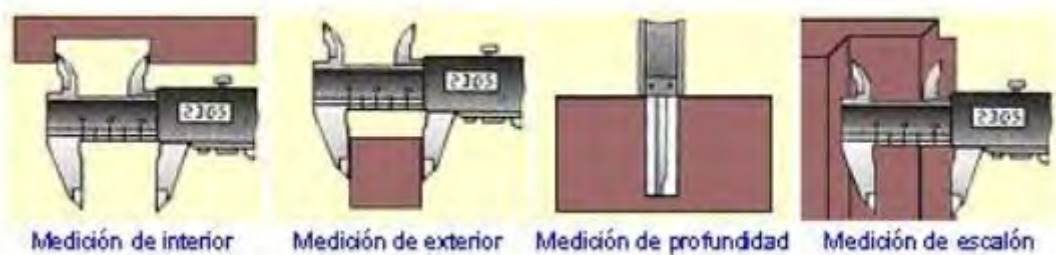


1. Mordazas para medidas externas.
2. Mordazas para medidas internas.
3. Coliza para medida de profundidades.
4. Escala con divisiones en centímetros y milímetros.
5. Escala con divisiones en pulgadas y fracciones de pulgada.

6. Nonio para la lectura de las fracciones de milímetros en que esté dividido.
7. Nonio para la lectura de las fracciones de pulgada en que esté dividido.
8. Botón de deslizamiento y freno

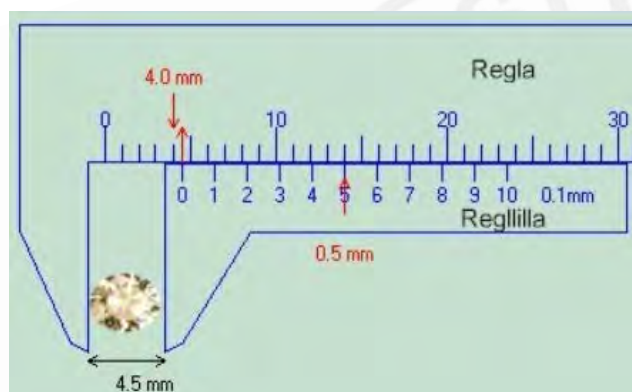
APLICACIÓN

Calibre de precisión utilizado en mecánica por lo general, que se emplea para la medición de piezas que deben ser fabricadas con la tolerancia mínima posible. Las medidas que toma pueden ser las de exteriores, interiores y de profundidad



MODO DE USO

La imagen expuesta a continuación nos ayudará a aprender a medir. El 0 de la regla móvil o reglilla nos indica el número de milímetros enteros, como está entre 4 y 5 será una medida de 4 milímetros y pico. Nos fijamos en la siguiente raya de la regla móvil que coincida exactamente con alguna de la regla fija superior, en este caso la número 5; por tanto, la medida será 4,5 milímetros.



Capítulo 6 TALADRO

DESCRIPCIÓN

Más información del producto



Bosch PSB 500 RE

Características principales del producto

- Nadie se lo pone tan fácil: diseño compacto con empuñadura antivibraciones Softgrip, peso reducido (solo 1,5 kg) y excepcional manejabilidad que garantizan gran comodidad al usuario y el máximo rendimiento en cualquier aplicación.
- Potente motor de 500 W y diámetro de perforación de 13 mm en hormigón: permite realizar con facilidad incluso los trabajos más pesados.
- Control electrónico del número de revoluciones Bosch: la "aceleración" de 0 al máximo con el pulsador de conmutación le permite trabajar de forma precisa, por ejemplo, al inicio de la perforación de superficies lisas o en trabajos de atornillado.

Otras ventajas del producto

- Portabrocas de sujeción rápida de dos casquillos para cambiar la herramienta de manera rápida y sencilla.
- Giro reversible.
- Comodidad de trabajo gracias al interruptor integrado para el funcionamiento continuado.
- Conexión para la aspiración de polvo: aspiración de polvo disponible como accesorio opcional.
- Interruptor de funcionamiento para atornillar/taladrar/taladrar con percusión para trabajos en función del tipo de material.
- Nueva guía de cable con dispositivo colgante para un práctico almacenaje.

Datos técnicos principales

- Potencia nominal absorbida: 500 W
- Ø de perforación máx. en hormigón: 10 mm
- Ø de perforación máx. en madera: 25 mm
- Peso de la máquina: 1,6 kg

Capítulo 7 BROCAS

DESCRIPCIÓN



- 5 brocas de mampostería, para piedra caliza, piedra natural y piedra artificial.
- 5 brocas con punto de centrado para madera firme.
- 5 brocas de acero para metal para los agujeros precisos.
- Apto para todas las marcas de herramientas eléctricas

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Identificador de producto del fabricante	2607019675
Peso del producto	259 g
Dimensiones del producto	15,6 x 15 x 2,2 cm
Número de modelo del producto	2607019675
Número de productos	1
Uso	Drill
Incluye baterías	No
Necesita baterías	No

Capítulo 8 DISPENSADOR Y CÁNULA DE ADHESIVO

DESCRIPCIÓN



Dispensadores de adhesivo o pistolas dispensadoras para boquillas de mezcla estática en sistemas de cartuchos de adhesivo estructural. Las pistolas robustas están equipadas con un pistón doble de accionamiento de carraca que se fuerza contra los émbolos de la jeringa para proporcionar un flujo de material uniforme y fiable. Las pistolas permiten el llenado rápido de adhesivo para facilitar el trabajo. Las boquillas de mezcla estática están diseñadas con un deflector de mezcla helicoidal que garantiza su uso en adhesivos, sellantes y cintas.

Capítulo 9 EPOXI

LOCTITE EA 9483, conocido como LOCTITE 9483



LOCTITE EA 9483 Uniones adhesivas estructurales. Epoxi bicomponente, adhesivo multiuso, ultra transparente, excelente para paneles y expositores. Es un adhesivo epoxi de uso general, apropiado para unir y colocar cuando son necesarias claridad visual y alta resistencia. Ideal para unir paneles y expositores decorativos.

Los beneficios que le reporta

- Fluido.
- Ultra transparente.
- Baja absorción de humedad.
- Datos técnicos

Vida de mezcla: 25 – 60 min

Tiempo de fijación: 210 min

Intervalo térmico operativo: -50°C - +150°C

Mezcla de color: ultra transparente

Capacidades: 50ml, 400ml, 1kg, 20kg



Ficha de Datos de Seguridad según el Reglamento (CE) n° 1907/2006

página 1 de 12

Loctite 9483A Kit component

N° FDS : 205916
V002.4

Revisión: 16.02.2015

Fecha de impresión: 21.05.2015

Reemplaza la versión del: 16.10.2013

SECCIÓN 1: Identificación de la sustancia o la mezcla y de la sociedad o la empresa

1.1. Identificador del producto

Loctite 9483A Kit component

Contiene:

Producto de reacción: resina de epiclorhidrina-4,4'-isopropilidendifenol (peso molecular medio ≤ 700)
Resina RP Bisfenol F-epiclorhidrina, Masa Molecular ≤ 700

1.2. Usos pertinentes identificados de la sustancia o de la mezcla y usos desaconsejados

Uso previsto:
Adhesivo epoxi 2C

1.3. Datos del proveedor de la ficha de datos de seguridad

HENKEL IBERICA S.A.
Bilbao 72-84
08005 Barcelona

España

Teléfono: +34 (93) 290 4201
Fax: +34 (93) 290 4181

ua-productsafety.es@es.henkel.com

1.4. Teléfono de emergencia

Henkel Ibérica S.A. 93 290 41 00 (24 h)

SECCIÓN 2: Identificación de los peligros

2.1. Clasificación de la sustancia o de la mezcla

Clasificación (CLP):

Irritación cutáneas	Categoría 2
H315 Provoca irritación cutánea.	
Irritación ocular	Categoría 2
H319 Provoca irritación ocular grave.	
Sensibilizante cutáneo	Categoría 1
H317 Puede provocar una reacción alérgica en la piel.	
Peligros crónicos para el medio ambiente acuático	Categoría 2
H411 Tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.	

Clasificación (DPD):

- Xi - Irritante
- R36/38 Irrita los ojos y la piel.
- Sensibilizante
- R43 Posibilidad de sensibilización en contacto con la piel.
- N - Peligroso para el medio ambiente
- R51/53 Tóxico para los organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático.

2.2. Elementos de la etiqueta

Elementos de la etiqueta (CLP):

Pictograma de peligro:



Palabra de advertencia:

Atención

Indicación de peligro:

- H315 Provoca irritación cutánea.
- H317 Puede provocar una reacción alérgica en la piel.
- H319 Provoca irritación ocular grave.
- H411 Tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.

**Consejo de prudencia:
Prevención**

- P273 Evitar su liberación al medio ambiente.
- P280 Use guantes de protección.

**Consejo de prudencia:
Respuesta**

- P302+P352 EN CASO DE CONTACTO CON LA PIEL: Lavar con agua y jabón abundantes.
- P333+P313 En caso de irritación o erupción cutánea: Consultar a un médico.
- P337+P313 Si persiste la irritación ocular: Consultar a un médico.

Elementos de la etiqueta (DPD):

Xi - Irritante

N - Peligroso para el medio ambiente



Frases R:

- R36/38 Irrita los ojos y la piel.
- R43 Posibilidad de sensibilización en contacto con la piel.
- R51/53 Tóxico para los organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático.

Frases S:

- S24 Evítese el contacto con la piel.
- S26 En caso de contacto con los ojos, lávense inmediata y abundantemente con agua y acúdase a un médico.
- S28 En caso de contacto con la piel, lávese inmediata y abundantemente con agua.
- S37 Úsen se guantes adecuados.
- S61 Evítese su liberación al medio ambiente. Recábense instrucciones específicas de la ficha de datos de seguridad.

Indicaciones adicionales:

Contiene componentes epoxídicos. Véase la información facilitada por el fabricante.

Contiene:

Producto de reacción: resina de epiclorhidrina-4,4'-isopropilidendifenol (peso molecular medio <= 700),
Resina RP Bisfenol F-epiclorhidrina, Masa Molecular <=700

2.3. Otros peligros

Ninguno si se usa según lo dispuesto.

SECCIÓN 3: Composición/información sobre los componentes

3.2. Mezclas

Descripción química general:

Resina epoxi

Declaración de componentes conforme al Reglamento CLP (CE) No. 1272/2008:

Ingredientes peligrosos Nº CAS	Número CE Reg. REACH Nº	contenido	Clasificación
Producto de reacción: resina de epiclorhidrina-4,4'-isopropilidendifenol (peso molecular medio <= 700) 25068-38-6	500-033-5 500-033-5 01-2119456619-26	25- 50 %	Irritación cutáneas 2 H315 Sensibilizante cutáneo 1 H317 Irritación ocular 2 H319 Peligros crónicos para el medio ambiente acuático 2 H411
Resina RP Bisfenol F-epiclorhidrina, Masa Molecular <=700 28064-14-4		25- 50 %	Irritación ocular 2 H319 Irritación cutáneas 2 H315 Sensibilizante cutáneo 1 H317 Peligros crónicos para el medio ambiente acuático 2 H411

Ver el texto completo de las frases H y otras abreviaturas en la sección 16 "Otros datos".

Para sustancias sin clasificación pueden existir límites de exposición en los lugares de trabajo.

Declaración de componentes conforme a la Directiva DPD 1999/45/CEE

Ingredientes peligrosos Nº CAS	Número CE Reg. REACH Nº	contenido	Clasificación
Producto de reacción: resina de epiclorhidrina-4,4'-isopropilidendifenol (peso molecular medio <= 700) 25068-38-6	500-033-5 500-033-5 01-2119456619-26	25 - 50 %	R43 Xi - Irritante; R36/38 N - Peligroso para el medio ambiente; R51/53
Resina RP Bisfenol F-epiclorhidrina, Masa Molecular <=700 28064-14-4		25 - 50 %	Xi - Irritante; R36/38, R43 N - Peligroso para el medio ambiente; R51/53

El texto completo de las frases R aquí indicadas puede verse en el punto 16 "Otras informaciones".

Para sustancias sin clasificación pueden existir límites de exposición en los lugares de trabajo.

SECCIÓN 4: Primeros auxilios

4.1. Descripción de los primeros auxilios

Inhalación:

Sacar al aire libre. Si persisten los síntomas buscar asistencia médica.

Contacto de la piel:

Lavar con agua corriente y jabon.

Si la irritación persiste consultar a un médico.

Contacto con los ojos:

Lavar inmediatamente bajo agua corriente (durante 10 min), acudir al médico especialista.

Ingestión:

Lavar la boca, beber 1-2 vasos de agua, no causar el vomito. Consultar al medico.

4.2. Principales síntomas y efectos, agudos y retardados

Piel: Erupción, urticaria.

OJOS: Irritación, conjuntivitis.

PIEL: Enrojecimiento, inflamación.

4.3. Indicación de toda atención médica y de los tratamientos especiales que deban dispensarse inmediatamente

Véase la sección: Descripción de los primeros auxilios

SECCIÓN 5: Medidas de lucha contra incendios**5.1. Medios de extinción****Extintor apropiado:**

Dióxido de carbono, espuma, polvo

Los medios de extinción que no deben utilizarse por razones de seguridad:

Ninguno conocido

5.2. Peligros específicos derivados de la sustancia o la mezcla

Óxidos de carbono, óxidos de nitrógeno, vapores orgánicos irritantes.

5.3. Recomendaciones para el personal de lucha contra incendios

Póngase un respirador autónomo y un equipo protector completo, como un traje de bombero.

SECCIÓN 6: Medidas en caso de vertido accidental**6.1. Precauciones personales, equipo de protección y procedimientos de emergencia**

Evítese el contacto con los ojos y la piel.

6.2. Precauciones relativas al medio ambiente

No dejar que el producto entre en el sistema de alcantarillado.

6.3. Métodos y material de contención y de limpieza

En caso de pequeños derrames, enjuagar con toalla de papel y desecharla en recipiente adecuado.

En caso de grandes derrames, absorber en material absorbente e inerte y desecharlo en recipiente hermético.

Lavar bien el lugar donde ocurrió el derrame con jabón y agua o solución detergente.

6.4. Referencia a otras secciones

Ver advertencia en la sección 8.

SECCIÓN 7: Manipulación y almacenamiento**7.1. Precauciones para una manipulación segura**

Utilícese solo en zonas bien ventiladas.

Evítese el contacto con los ojos y la piel.

Debe evitarse el contacto prolongado o repetido con la piel para minimizar el riesgo de sensibilización

Ver advertencia en la sección 8.

Medidas de higiene:

Lavarse las manos antes de las pausas y al finalizar el trabajo.

No comer, beber ni fumar durante el trabajo.

Deben observarse unas buenas prácticas higiénicas industriales

7.2. Condiciones de almacenamiento seguro, incluidas posibles incompatibilidades

Guardar el recipiente en un lugar fresco, bien ventilado.

7.3. Usos específicos finales

Adhesivo epoxi 2C

SECCIÓN 8: Controles de exposición/protección individual**8.1. Parámetros de control****Límites de Exposición Ocupacional**

Válido para
España

ninguno

Predicted No-Effect Concentration (PNEC):

Nombre en la lista	Environmental Compartment	Tiempo de exposición	Valor				Observación
			mg/l	ppm	mg/kg	otros	
Producto de reacción: resina de epiclorhidrina-4,4'-isopropilidendifenol (peso molecular medio <= 700) 25068-38-6	agua (agua renovada)					0,006 mg/L	
Producto de reacción: resina de epiclorhidrina-4,4'-isopropilidendifenol (peso molecular medio <= 700) 25068-38-6	agua (agua de mar)					0,0006 mg/L	
Producto de reacción: resina de epiclorhidrina-4,4'-isopropilidendifenol (peso molecular medio <= 700) 25068-38-6	agua (liberaciones intermitentes)					0,018 mg/L	
Producto de reacción: resina de epiclorhidrina-4,4'-isopropilidendifenol (peso molecular medio <= 700) 25068-38-6	STP					10 mg/L	
Producto de reacción: resina de epiclorhidrina-4,4'-isopropilidendifenol (peso molecular medio <= 700) 25068-38-6	sedimento (agua renovada)				0,996 mg/kg		
Producto de reacción: resina de epiclorhidrina-4,4'-isopropilidendifenol (peso molecular medio <= 700) 25068-38-6	sedimento (agua de mar)				0,0996 mg/kg		
Producto de reacción: resina de epiclorhidrina-4,4'-isopropilidendifenol (peso molecular medio <= 700) 25068-38-6	tierra				0,196 mg/kg		
Producto de reacción: resina de epiclorhidrina-4,4'-isopropilidendifenol (peso molecular medio <= 700) 25068-38-6	oral					11 mg/kg food	

Derived No-Effect Level (DNEL):

Nombre en la lista	Application Area	Vía de exposición	Health Effect	Exposure Time	Valor	Observación
Producto de reacción: resina de epiclorhidrina-4,4'-isopropilidendifenol (peso molecular medio <= 700) 25068-38-6	Trabajadores	Dérmico	Exposición a corto plazo - efectos sistemáticos		8,33 mg/kg pc/día	
Producto de reacción: resina de epiclorhidrina-4,4'-isopropilidendifenol (peso molecular medio <= 700) 25068-38-6	Trabajadores	Inhalación	Exposición a corto plazo - efectos sistemáticos		12,25 mg/m3	
Producto de reacción: resina de epiclorhidrina-4,4'-isopropilidendifenol (peso molecular medio <= 700) 25068-38-6	Trabajadores	Dérmico	Exposición a largo plazo - efectos sistemáticos		8,33 mg/kg pc/día	
Producto de reacción: resina de epiclorhidrina-4,4'-isopropilidendifenol (peso molecular medio <= 700) 25068-38-6	Trabajadores	Inhalación	Exposición a largo plazo - efectos sistemáticos		12,25 mg/m3	
Producto de reacción: resina de epiclorhidrina-4,4'-isopropilidendifenol (peso molecular medio <= 700) 25068-38-6	población en general	Dérmico	Exposición a corto plazo - efectos sistemáticos		3,571 mg/kg pc/día	
Producto de reacción: resina de epiclorhidrina-4,4'-isopropilidendifenol (peso molecular medio <= 700) 25068-38-6	población en general	Dérmico	Exposición a largo plazo - efectos sistemáticos		3,571 mg/kg pc/día	
Producto de reacción: resina de epiclorhidrina-4,4'-isopropilidendifenol (peso molecular medio <= 700) 25068-38-6	población en general	Inhalación	Exposición a corto plazo - efectos sistemáticos		0,75 mg/m3	
Producto de reacción: resina de epiclorhidrina-4,4'-isopropilidendifenol (peso molecular medio <= 700) 25068-38-6	población en general	Inhalación	Exposición a largo plazo - efectos sistemáticos		0,75 mg/m3	
Producto de reacción: resina de epiclorhidrina-4,4'-isopropilidendifenol (peso molecular medio <= 700) 25068-38-6	población en general	oral	Exposición a corto plazo - efectos sistemáticos		0,75 mg/kg pc/día	
Producto de reacción: resina de epiclorhidrina-4,4'-isopropilidendifenol (peso molecular medio <= 700) 25068-38-6	población en general	oral	Exposición a largo plazo - efectos sistemáticos		0,75 mg/kg pc/día	

Índice de exposición biológica:

ninguno

8.2. Controles de la exposición:

Indicaciones acerca la estructuración instalaciones técnicas:

Garantizar una buena ventilación / aspiración.

Protección respiratoria:

Proporcionar ventilación y extracción de aire suficientes.

Si se usa en lugar poco ventilado, deberá utilizarse una máscara o respirador aprobado que tenga acoplado un filtro para vapores orgánicos

Filtro tipo: A

Protección manual:

Guantes protectores resistentes a productos químicos (EN 374).

Materiales apropiados en caso de contacto breve o salpicaduras (recomendado: Mínimo índice de protección 2, correspondiente >30 minutos tiempo de permeación según EN 374

Caucho nitrilo (NBR; $\geq 0,4$ mm espesor de capa)

Materiales apropiados también en caso de contacto directo y prolongado (recomendado: índice de protección 6, corresponde >480 minutos tiempo de permeación según EN 374

Caucho nitrilo (NBR; $\geq 0,4$ mm espesor de capa)

Los datos se han extraído de la bibliografía y la información de los fabricantes de guantes o bien se han deducido por analogía de materiales similares. Debe tenerse en cuenta que la duración de uso de un guante de protección química puede ser mucho más corta en la práctica debido a los múltiples factores de influencia (p. ej. temperatura) que el tiempo de permeación calculado según EN 374. Si aparecen síntomas de desgaste, deben cambiarse los guantes.

Protección ocular:

Si existe riesgo de salpicaduras, utilizar gafas de seguridad con protectores laterales o para uso con productos químicos.

Protección corporal:

Utilizar ropa protectora.

SECCIÓN 9: Propiedades físicas y químicas**9.1. Información sobre propiedades físicas y químicas básicas**

Aspecto	Líquido
	Claro
Umbral olfativo	No hay datos / No aplicable
pH	No hay datos / No aplicable
Punto inicial de ebullición	> 148,0 °C (> 298.4 °F)
Punto de inflamación	> 93,0 °C (> 199.4 °F)
Temperatura de descomposición	No hay datos / No aplicable
Presión de vapor (50 °C (122 °F))	< 700 mbar
Densidad (ρ)	1,1400 - 1,1800 g/cm ³
Densidad aparente	No hay datos / No aplicable
Viscosidad	No hay datos / No aplicable
Viscosidad (cinemática)	No hay datos / No aplicable
Propiedades explosivas	No hay datos / No aplicable
Solubilidad cualitativa (Disolvente: Agua)	Nada miscible
Temperatura de solidificación	No hay datos / No aplicable
Punto de fusión	No hay datos / No aplicable
Inflamabilidad	No hay datos / No aplicable
Temperatura de auto-inflamación	No hay datos / No aplicable
Límites de explosividad	No hay datos / No aplicable
Coefficiente de reparto n-octanol/agua	No hay datos / No aplicable
Tasa de evaporación	No hay datos / No aplicable
Densidad de vapor	No hay datos / No aplicable
Propiedades comburentes	No hay datos / No aplicable

9.2. Información adicional

No hay datos / No aplicable

SECCIÓN 10: Estabilidad y reactividad**10.1. Reactividad**

Reacción con ácidos fuertes.

Reacciona con oxidantes fuertes.

La reacción con algunos agentes de curación podría producir una reacción exotérmica, que, en grandes cantidades, podría producir una polimerización incontrolada.

10.2. Estabilidad química

Estable bajo las condiciones de almacenamiento recomendadas.

10.3. Posibilidad de reacciones peligrosas

Ver sección reactividad

10.4. Condiciones que deben evitarse

Estable en condiciones normales de almacenamiento y uso.

10.5. Materiales incompatibles

Ver sección reactividad

10.6. Productos de descomposición peligrosos

óxidos de carbono

SECCIÓN 11: Información toxicológica**11.1. Información sobre los efectos toxicológicos****Informaciones generales toxicológicas:**

La mezcla está clasificada en base a la información de peligro disponible para los ingredientes tal y como se define en el criterio de clasificación para mezclas de cada clase de peligro o diferenciación en el Anexo I del reglamento 1272/2008/EC. Información de sanidad y ecológica relevante disponible para las sustancias listadas en la Sección 3 se proporciona a continuación.

Toxicidad oral aguda:

Puede ocasionar irritación en el aparato digestivo.

Irritación de la piel:

Provoca irritación cutánea.

Irritación de los ojos:

Provoca irritación ocular grave.

Sensibilización:

Puede provocar una reacción alérgica en la piel.

Toxicidad oral aguda:

Ingredientes peligrosos Nº CAS	Tipo de valor	Valor	Ruta de aplicación	Tiempo de exposición	Especies	Método
Producto de reacción: resina de epíclorhidrina- 4,4'-isopropilidendifenol (peso molecular medio <= 700) 25068-38-6	LD50	> 2.000 mg/kg	oral		Rata	

Toxicidad dermal aguda:

Ingredientes peligrosos Nº CAS	Tipo de valor	Valor	Ruta de aplicación	Tiempo de exposición	Especies	Método
Producto de reacción: resina de epíclorhidrina- 4,4'-isopropilidendifenol (peso molecular medio <= 700) 25068-38-6	LD50	23.000 mg/kg	dermal		Conejo	
Resina RP Bisfenol F- epíclorhidrina, Masa Molecular <=700 28064-14-4	LD50	> 6.000 mg/kg	dermal		Conejo	

Corrosión o irritación cutáneas:

Ingredientes peligrosos Nº CAS	Resultado	Tiempo de exposición	Especies	Método
Producto de reacción: resina de epíclorhidrina- 4,4'-isopropilidendifenol (peso molecular medio <= 700) 25068-38-6	Ligeramente irritante	4 Hora	Conejo	OECD Guideline 404 (Acute Dermal Irritation / Corrosion)

Lesiones o irritación ocular graves:

Ingredientes peligrosos Nº CAS	Resultado	Tiempo de exposición	Especies	Método
Producto de reacción: resina de epíclorhidrina- 4,4'-isopropilidendifenol (peso molecular medio <= 700) 25068-38-6	no irritante		Conejo	OECD Guideline 405 (Acute Eye Irritation / Corrosion)

Sensibilización respiratoria o cutánea:

Ingredientes peligrosos Nº CAS	Resultado	Tipo de ensayo	Especies	Método
Producto de reacción: resina de epíclorhidrina- 4,4'-isopropilidendifenol (peso molecular medio <= 700) 25068-38-6	sensibilizante	ensayo de ganglios linfáticos locales	ratón	OECD Guideline 429 (Skin Sensitisation: Local Lymph Node Assay)

Mutagenicidad en células germinales:

Ingredientes peligrosos Nº CAS	Resultado	Tipo de estudio / Vía de administración	Activación metabólica / tiempo de exposición	Especies	Método
Producto de reacción: resina de epíclorhidrina- 4,4'-isopropilidendifenol (peso molecular medio <= 700) 25068-38-6	negativo	bacterial reverse mutation assay (e.g Ames test)			OECD Guideline 472 (Genetic Toxicology: Escherichia coli, Reverse Mutation Assay)

SECCIÓN 12: Información ecológica**Detalles generales de ecología:**

La mezcla está clasificada en base a la información de peligro disponible para los ingredientes tal y como se define en el criterio de clasificación para mezclas de cada clase de peligro o diferenciación en el Anexo I del reglamento 1272/2008/EC. Información de sanidad y ecológica relevante disponible para las sustancias listadas en la Sección 3 se proporciona a continuación.

12.1. Toxicidad**Efectos ecotoxicológicos::**

Tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.
No verter en el desagüe/ aguas de superficie /aguas subterráneas.

Ingredientes peligrosos Nº CAS	Tipo de valor	Valor	Estudio de Toxicidad Aguda	Tiempo de exposición	Especies	Método
Producto de reacción: resina de epíclorhidrina-4,4'-isopropilidendifenol (peso molecular medio <= 700) 25068-38-6	LC50	1,750000 mg/l	Fish	96 Hora	Oncorhynchus mykiss	OECD Guideline 203 (Fish, Acute Toxicity Test)
	LC50	1,75 mg/l	Fish	96 Hora	Oncorhynchus mykiss (reported as Salmo gairdneri)	OECD Guideline 203 (Fish, Acute Toxicity Test)
Producto de reacción: resina de epíclorhidrina-4,4'-isopropilidendifenol (peso molecular medio <= 700) 25068-38-6	NOEC	2,4 mg/l	Algae	72 Hora	Scenedesmus capricornutum	OECD Guideline 201 (Alga, Growth Inhibition Test)
	EC50	9,4 mg/l	Algae	72 Hora	Scenedesmus capricornutum	OECD Guideline 201 (Alga, Growth Inhibition Test)
Producto de reacción: resina de epíclorhidrina-4,4'-isopropilidendifenol (peso molecular medio <= 700) 25068-38-6 Resina RP Bisfenol F-epíclorhidrina, Masa Molecular <=700 28064-14-4	NOEC	0,3 mg/l	chronic Daphnia	21 Días	Daphnia magna	OECD 211 (Daphnia magna, Reproduction Test)
	EC50	3,5 mg/l	Daphnia	48 Hora	Daphnia magna	OECD Guideline 202 (Daphnia sp. Acute Immobilisation Test)

12.2. Persistencia y degradabilidad

Persistencia y degradabilidad:

Biodegradación final:

El producto no es biodegradable.

Ingredientes peligrosos Nº CAS	Resultado	Ruta de aplicación	Degradabilidad	Método
Producto de reacción: resina de epíclorhidrina-4,4'-isopropilidendifenol (peso molecular medio <= 700) 25068-38-6		aerobio	5 %	OECD Guideline 301 F (Ready Biodegradability: Manometric Respirometry Test)
Resina RP Bisfenol F-epíclorhidrina, Masa Molecular <=700 28064-14-4		aerobio	10 - 16 %	OECD Guideline 301 B (Ready Biodegradability: CO2 Evolution Test)

12.3. Potencial de bioacumulación / 12.4. Movilidad en el suelo

Movilidad:

Los adhesivos curados son inmóviles.

Potencial de bioacumulación:

No hay datos.

12.5. Resultados de la valoración PBT y mPmB

Ingredientes peligrosos Nº CAS	PBT/vPvB
Producto de reacción: resina de epíclorhidrina-4,4'-isopropilidendifenol (peso molecular medio <= 700) 25068-38-6	No cumple con los criterios de Persistente, Bioacumulativo y Tóxico (PBT), ni con los de muy Persistente y muy Bioacumulativo.

12.6. Otros efectos adversos

No hay datos.

SECCIÓN 13: Consideraciones relativas a la eliminación

13.1. Métodos para el tratamiento de residuos

Evacuación del producto:

Elimínese según las disposiciones locales y nacionales que correspondan.

Evacuación del envase sucio:

Después de usar, los tubos, cajas y envases conteniendo residuos de producto deberán eliminarse como desperdicios químicamente contaminados", en vertedero legal autorizado ó incinerando."

Destruir los envases de acuerdo con la normativa vigente.

Código de residuo

08 04 09 residuos de adhesivos y selladores que contienen disolventes orgánicos y otras sustancias peligrosas

SECCIÓN 14: Información relativa al transporte

14.1. Número ONU

ADR	3082
RID	3082
ADN	3082
IMDG	3082
IATA	3082

14.2. Designación oficial de transporte de las Naciones Unidas

ADR	SUSTANCIA LIQUIDA PELIGROSA PARA EL MEDIO AMBIENTE, N.E.P. (Resina epoxi)
RID	SUSTANCIA LIQUIDA PELIGROSA PARA EL MEDIO AMBIENTE, N.E.P. (Resina epoxi)
ADN	SUSTANCIA LIQUIDA PELIGROSA PARA EL MEDIO AMBIENTE, N.E.P. (Resina epoxi)
IMDG	ENVIRONMENTALLY HAZARDOUS SUBSTANCE, LIQUID, N.O.S. (Epoxy resin)
IATA	Sustancia líquida peligrosa para el medio ambiente, n.e.p. (Epoxy resin)

14.3. Clase(s) de peligro para el transporte

ADR	9
RID	9
ADN	9
IMDG	9
IATA	9

14.4. Grupo de embalaje

ADR	III
RID	III
ADN	III
IMDG	III
IATA	III

14.5. Peligros para el medio ambiente

ADR	no aplicable
RID	no aplicable
ADN	no aplicable
IMDG	Contaminante del mar
IATA	no aplicable

14.6. Precauciones particulares para los usuarios

ADR	no aplicable
-----	--------------

	Código túnel: (E)
RID	no aplicable
ADN	no aplicable
IMDG	no aplicable
IATA	no aplicable

14.7. Transporte a granel con arreglo al anexo II del Convenio Marpol 73/78 y del Código IBC

no aplicable

SECCIÓN 15: Información reglamentaria**15.1. Reglamentación y legislación en materia de seguridad, salud y medio ambiente específicas para la sustancia o la mezcla**

Tenor VOC < 3,00 %
(1999/13/EC)

15.2. Evaluación de la seguridad química

No se ha realizado una evaluación de seguridad química

SECCIÓN 16: Otra información

El etiquetado del producto se indica en la sección 2. El texto completo de todas las abreviaturas indicadas por códigos en esta hoja de seguridad es el siguiente:

R36/38 Irrita los ojos y la piel.

R43 Posibilidad de sensibilización en contacto con la piel.

R51/53 Tóxico para los organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático.

H315 Provoca irritación cutánea.

H317 Puede provocar una reacción alérgica en la piel.

H319 Provoca irritación ocular grave.

H411 Tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.

Otra información:

Esta información se basa en el estado actual de nuestros conocimientos y se refiere al producto en la forma en que se suministra. Pretende describir nuestros productos bajo el punto de vista de los requisitos de seguridad y no pretende garantizar ninguna propiedad o característica particular.

Los cambios relevantes en esta ficha de datos de seguridad están indicados por una línea vertical en la margen izquierda del texto. El texto correspondiente aparece en un color diferente y en campos sombreados.

Capítulo 10 CIANOCRILATO



El nombre cianoacrilato se utiliza para designar un conjunto de sustancias usadas como adhesivos de fraguado rápido, por lo que se las conoce también como «supercementos». Se emplean para reparaciones domésticas y en la industria. Los dos tipos de cianoacrilatos usados actualmente se distinguen por poseer un éter de metilo o de etilo en su monómero.

El cianoacrilato es un adhesivo monocomponente. Fragua en pocos segundos mediante agua, que puede provenir de la humedad ambiente. Sin embargo, un exceso de agua (debido a una alta humedad ambiental o en la superficie de las piezas) puede estropear la unión.

Algunos derivados aprobados para usar en medicina se utilizan ampliamente como adhesivos tisulares en reemplazo de la sutura quirúrgica para cierre de heridas, como sellantes y hemostáticos.

Capítulo 11 REVELADOR HÚMEDO



El Ardrox 9D1B es un producto basado en una dispersión de polvo blanco en una mezcla de disolventes volátiles y no aromáticos ni halogenados. Ardrox 9D1B está aprobado y cumple con las siguientes especificaciones:

SAE: ASM2644 ROLLS-ROYCE:CSS232, OVERHAUL MATERIAL PRATT&WHITNEY: PMC 3357 INT.AEROENGINES: V2500 CFM INTERNATIONAL GENERAL ELECTRIC GERMAN NATIONAL STANDARD: DIN 54 152 MPS, HANOVER: EN-ISO 3452 PART.2

El Ardrox 9D1B es el revelador húmedo no acuoso utilizado en el proceso de inspección por líquidos penetrantes Ardrox. Se utiliza por proyección mediante pistola o aerosol. Se aplicarán varias pasadas a una distancia de unos 30 cm. hasta obtener una capa blanca fina y homogénea y se debe esperar unos 10 minutos para que se produzca el proceso de revelado

Capítulo 12 MESA DE PLANITUD



ALCANCE

Este manual de uso y mantenimiento aplica a mesas de planitud, de fundición, granito o diabasa.

REFERENCIAS

Cuando mediante la aplicación del presente manual surjan dudas sobre cómo proceder durante el empleo, mantenimiento, etc, de los equipos señalados en el alcance, podrá complementarse este documento con las recomendaciones indicadas en los catálogos de los fabricantes.

INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD Y CONSERVACIÓN

Para evitar vibraciones parásitas que afectarían a la exactitud de medida, entre los apoyos y la mesa soporte se colocarán elementos capaces de eliminar dichas vibraciones.

La distribución de los apoyos será tal que garantice la mejor deflexión de la mesa de planitud.

Limpiar las superficies de trabajo antes y después de su uso. Si la mesa es metálica y se estima que durante un largo periodo no se va a utilizar, dar una capa de aceite sobre la superficie para protegerla de la oxidación.

Los mármoles de granito o diabasa, siempre que no se usen, estarán protegidos por una cubierta de madera o plástico.

PREPARACIÓN PARA EL USO

Limpieza: Antes de comenzar el trabajo limpiar la superficie del mármol con un trapo o bayeta observando que dichas superficies no tengan ninguna partícula de suciedad. La limpieza de óxidos o polvo debe ser cuidadosa para evitar abrasión y disminución de la adherencia de piezas e instrumentos.

REALIZACIÓN DE MEDIDAS

Se recomienda conocer el mapa de curvas de nivel de la superficie de trabajo para tratar de homogeneizarlo debido al desgaste por el uso y así aumentar su vida útil.

Emplear las mesas de planitud adecuadas al tamaño de la pieza, a la calidad de medida que se desea obtener y al tipo de instrumento que vamos a utilizar. Distribuir las piezas a medir y los aparatos a emplear lo más homogéneamente posible por la superficie del mármol.

Las piezas deberán estar libres de rebabas y se colocarán sobre la superficie de trabajo de forma suave. A la hora de una verificación evitar en todo momento deslizamientos bruscos.

Capítulo 13 BRAZO DE MEDICIÓN

DESCRIPCIÓN



El FaroArm es una máquina de medición por coordenadas portátil (MMC) que permite verificar fácilmente la calidad de productos llevando a cabo inspecciones 3D, certificaciones de herramientas, comparaciones CAD, análisis dimensionales, ingeniería inversa y más. El flamante FARO Edge es el FaroArm más avanzado y vanguardista en la actualidad.

El FARO Laser Line Probe (LLP) aporta al ScanArm capacidades de escaneo 3D sin contacto incomparables para la medición detallada de formas superficiales, lo que convierte a ambos en la combinación perfecta de MMC portátil con y sin contacto

CARACTERÍSTICAS

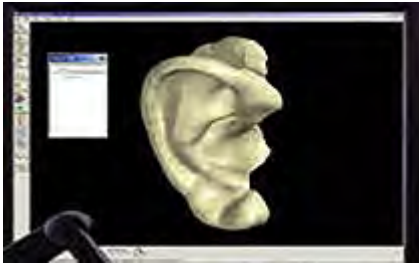


- Volumen de trabajo esférico de 1,8 m a 3,7 m de diámetro
- Sistema integrado de medición intuitiva: ordenador incorporado con pantalla táctil; QuickTools; mediciones básicas sin necesidad de portátil
- Tecnología de sensor inteligente: los sensores avisan si detectan factores que afectan al rendimiento
- Contrapeso interno: Función patentada por FARO, permite un uso cómodo sin tensiones
- Sensores de temperatura: permiten al brazo reaccionar frente a las variaciones térmicas para maximizar la precisión

APLICACIONES

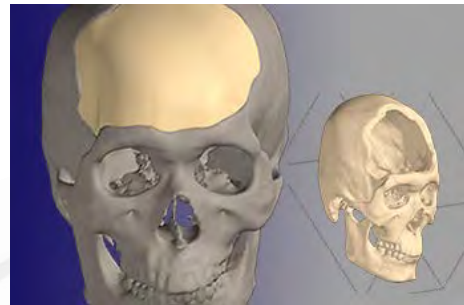
Sectores como el aeroespacial, automoción, metalurgia y la fabricación de herramientas y moldes utilizan el FaroArm para realizar análisis dimensionales y controles de calidad en diversas aplicaciones como alineación de maquinaria, creación rápida de prototipos, inspección de primeros artículos, verificación de piezas e ingeniería inversa.

Capítulo 14 GEOMAGIC



La investigación avanzada en áreas de la medicina como el análisis del movimiento, los movimientos de las articulaciones y el desgaste de los implantes médicos es también un campo en crecimiento donde se utiliza una combinación de herramientas de tomografía computarizada (CT), software de ingeniería inversa 3D de Geomagic y tecnologías de CAD/análisis para lograr avances en la durabilidad de los productos y entender mejor los misterios del cuerpo humano.

Geomagic Studio es la plataforma preferida de la tecnología para el sector médico y de los fabricantes de sistemas para modelar e impulsar mejores soluciones de reconstrucción y aparatos médicos con un menor coste y una mejor experiencia para el paciente gracias al uso de datos en 3D. Nuestra tecnología se utiliza en diversas aplicaciones:



Ortopedia: cree prótesis ortopédicas articulares a medida utilizando la ingeniería inversa para un ajuste perfecto.

Cirugía estética: aumente la confianza del paciente en la cirugía reconstructiva y estética modelada y visualizada.

Preparación quirúrgica: los cirujanos practican los procedimientos críticos en modelos de látex antes de llegar a hacerlo en el quirófano.

Órtesis y ortodoncia: diseñe aparatos ortóticos de ajuste perfecto, almohadillas para los pies, insertos para el talón o aparatos de ortodoncia basados en la forma del paciente.

Aparatos auditivos: fabrique audífonos a medida con Geomagic de principio a fin para conseguir un ajuste óptimo y la máxima calidad de producción.

Parte II PLANOS

ÍNDICE DEL DOCUMENTO 2: PLANOS

<i>Parte II Planos</i>	381
<i>Índice del documento 2: Planos</i>	383
<i>Capítulo 1 Codificación de planos</i>	385
<i>Capítulo 2 Lista de materiales</i>	387
<i>Capítulo 3 Planos</i>	389

Capítulo 1 CODIFICACIÓN DE PLANOS

Para nombrar los planos se ha utilizado la codificación según el sistema KKS. Consiste en utilizar 8 dígitos formados por números y letras para describir 4 características del plano.

En primer lugar, se identifica el formato del plano de acuerdo a la norma DIN. Esta primera parte se compone 2 dígitos.

Formato	Dimensiones
A0	1189 x 841
A1	841 x 594
A2	594 x 420
A3	420 x 297
A4	297 x 210
A5	210 x 148
A6	148 x 105
A7	105 x 74
A8	74 x 52

Tabla 9. Tamaño en mm de los formatos DIN serie A.

En segundo lugar, se habla del elemento representado. Se ocupan los siguientes tres dígitos expresando como; 'MEC', si es un elemento mecánico; 'ELE', si es un elemento eléctrico; o bien, 'GEN', que se utiliza para describir algo general. En los planos de este proyecto se ha utilizado GEN, porque el elemento representado en todos ellos es materia orgánica.

En tercer lugar, se describe el estado del plan, pudiendo aparecer; '1', si además de dibujado, está revisado; y '0', en el caso de que este dibujado a esperas de ser revisado.

En cuarto lugar, se utilizan los dos últimos dígitos para enumerar los planos de ese proyecto. Comenzando por el '01', y en este caso terminando con el '06'.

La relación de planos y código se muestra en la siguiente tabla, en todos ellos se representan huesos, un elemento general:

Plano	Código
D2,5Acero	A4GEN101
D4Cristal	A4GEN102
D5Acero	A4GEN103
D7Acero	A4GEN104
D10Acero	A4GEN105
MIX	A4GEN106

Tabla 10. Relación de planos y códigos

Capítulo 2 LISTA DE MATERIALES

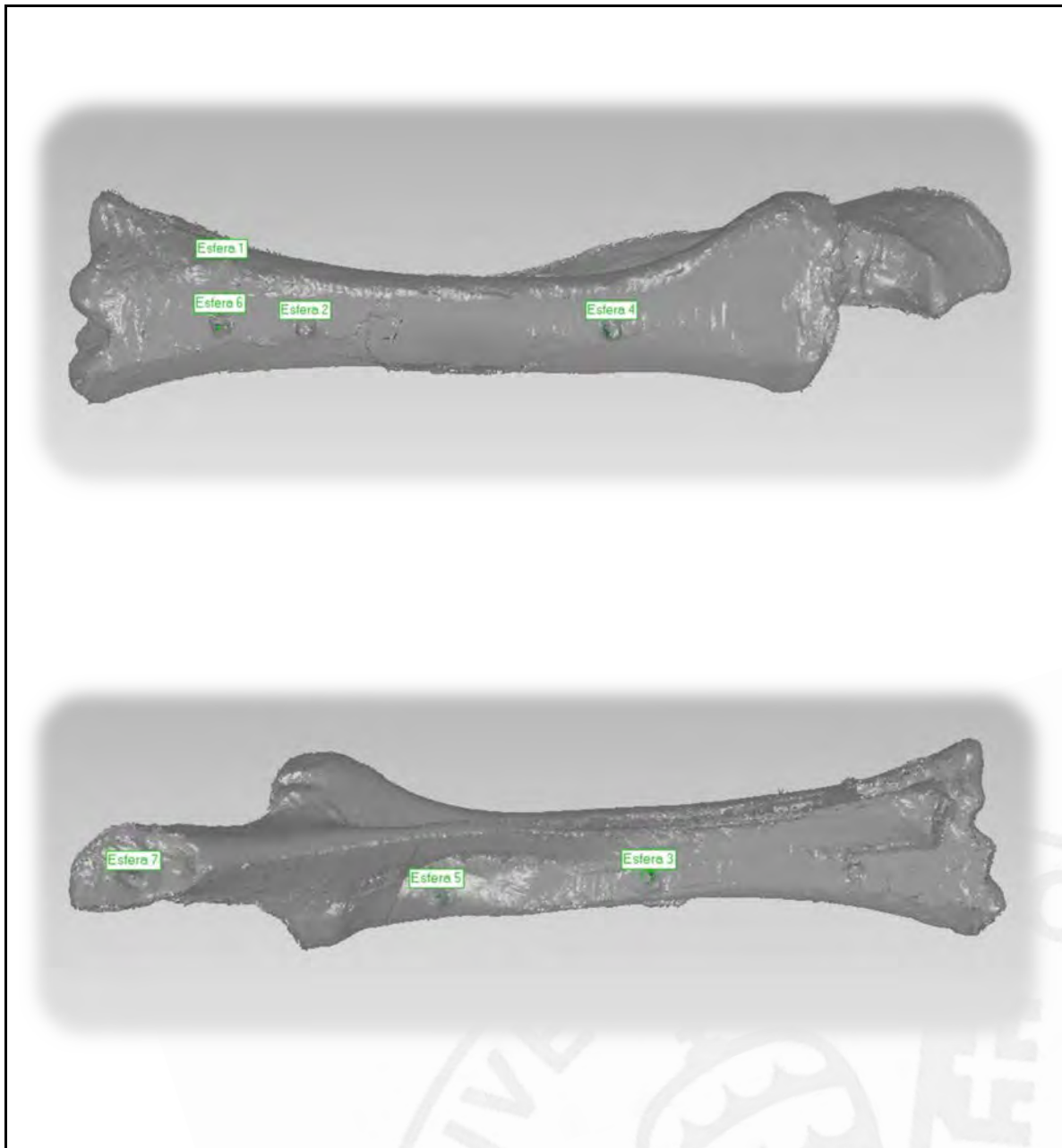
La siguiente lista de materiales muestra las referencias de los elementos representados en planos.

6	1	Hueso Mix	-	Orgánico
5	1	Hueso D10Acero	-	Orgánico
4	1	Hueso D7Acero	-	Orgánico
3	1	Hueso D5Acero	-	Orgánico
2	1	Hueso D4Cristal	-	Orgánico
1	1	Hueso D2,5Acero	-	Orgánico
Marca	Cantidad	Denominación	Norma	Material
Proceso		LISTA DE MATERIALES	Dibujado	NBH
-			Fecha	05/2015
Escala		INTERCOMPARACIÓN 3D	Revisado	MSN
-			Plano	-

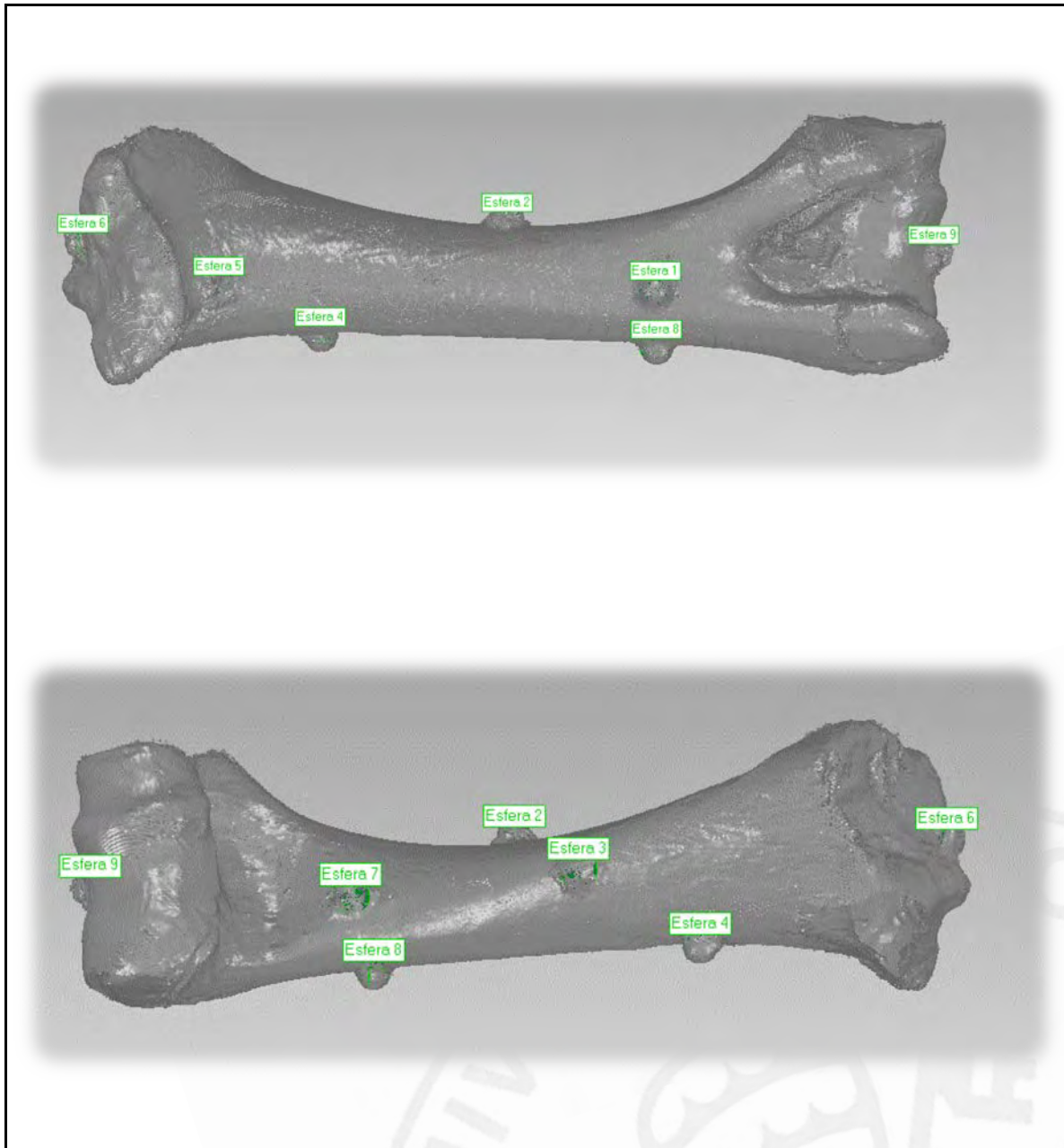
Tabla 11. Lista de materiales

Capítulo 3 PLANOS

En los planos de las páginas siguientes se muestran los artefactos utilizados en el proyecto. Se observan los huesos tras el escaneado con el brazo de medición, correspondiente a una de las posibles visualizaciones con el programa informático Geomagic. Se han elegido estas fotografías con el propósito de identificar de forma clara la posición y nomenclatura correspondiente a cada esfera.

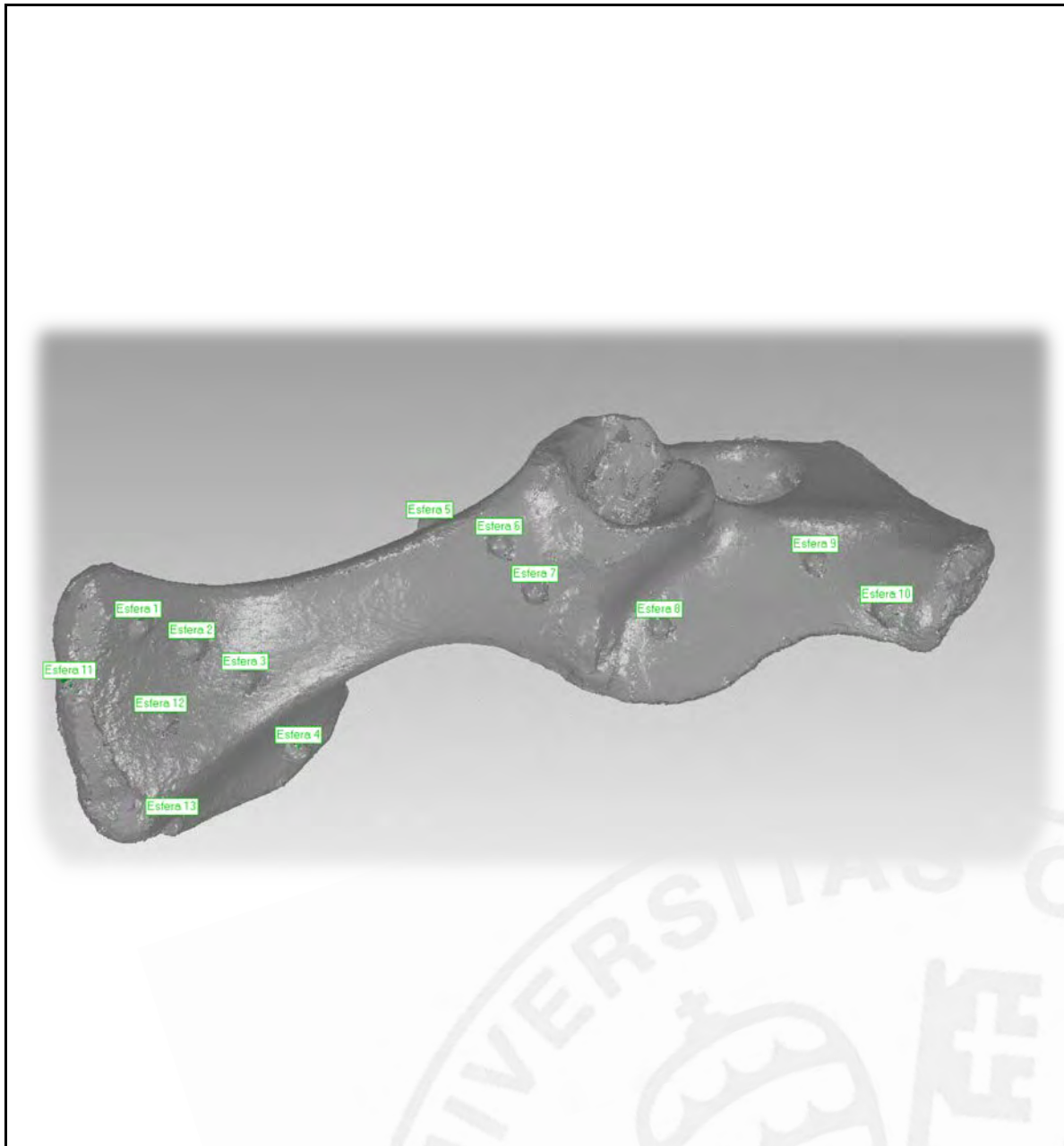


1	1	Hueso D2,5Acero	-	Orgánico
Marca	Cantidad	Denominación	Norma	Material
		D2,5ACERO	Dibujado	NBH
			Revisado	MSN
Escala		INTERCOMPARACIÓN 3D	Tol. no indicada	-
-			Plano	A4GEN101
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA - I.C.A.I.				



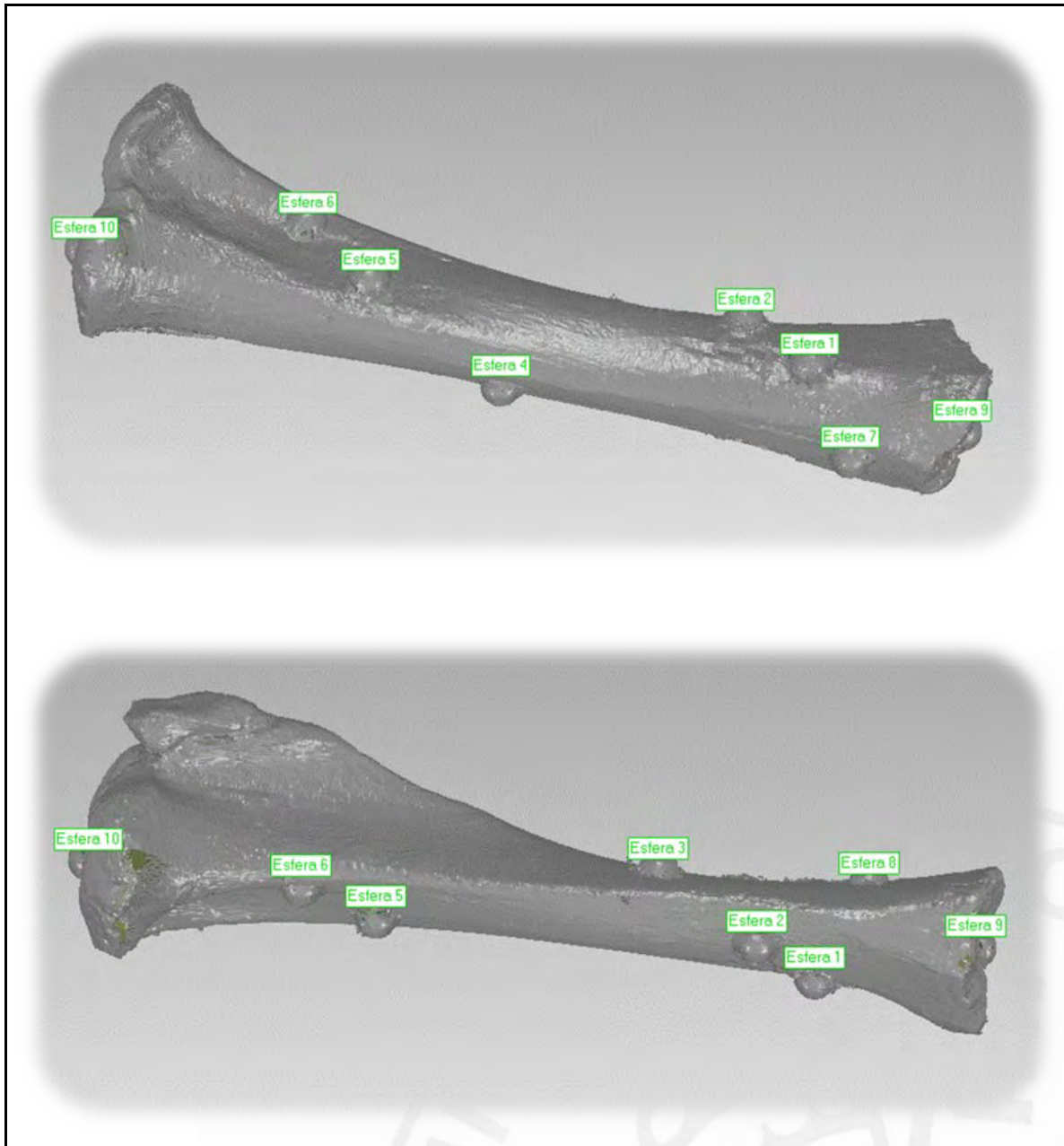
2	1	Hueso D4Cristal	-	Orgánico
Marca	Cantidad	Denominación	Norma	Material
		D4CRISTAL	Dibujado	NBH
			Revisado	MSN
Escala		INTERCOMPARACIÓN 3D	Tol. no indicada	-
-			Plano	A4GEN102

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA - I.C.A.I.



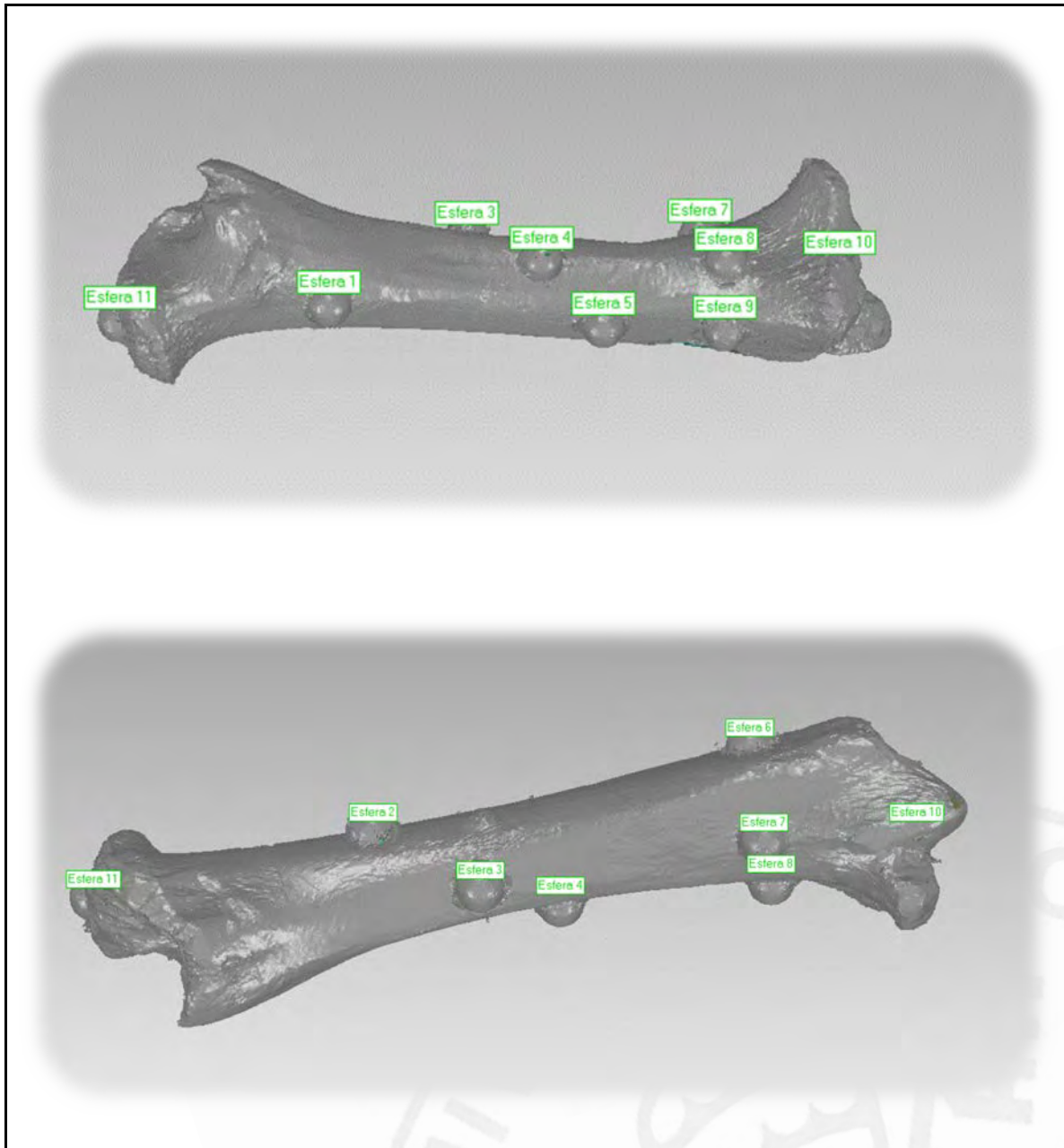
3	1	Hueso D5Acero	-	Orgánico
Marca	Cantidad	Denominación	Norma	Material
		D5ACERO	Dibujado	NBH
			Revisado	MSN
Escala		INTERCOMPARACIÓN 3D	Tol. no indicada	-
-			Plano	A4GEN103

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA - I.C.A.I.



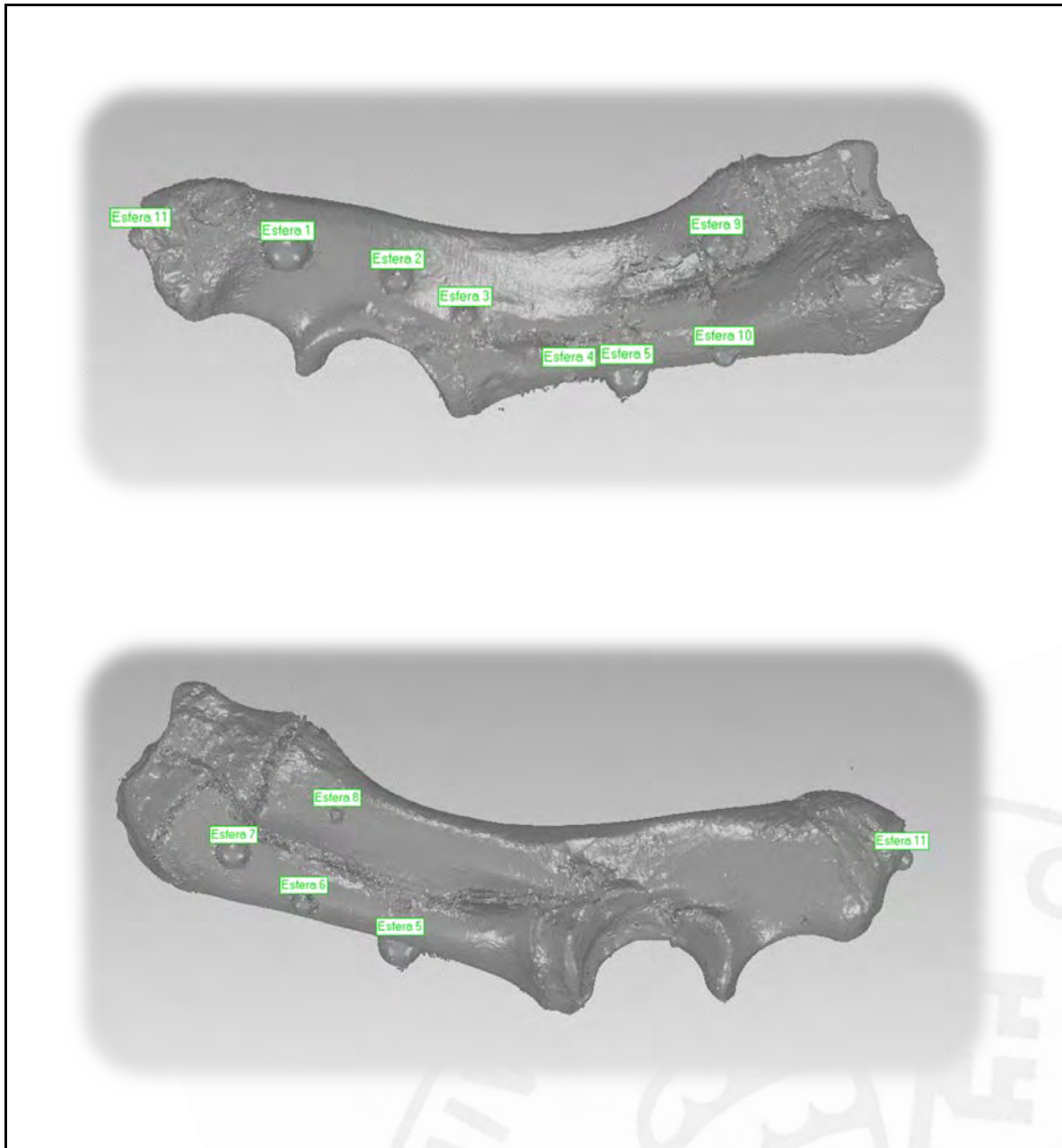
4	1	Hueso D7 Acero	-	Orgánico
Marca	Cantidad	Denominación	Norma	Material
		D7ACERO	Dibujado	NBH
			Revisado	MSN
Escala		INTERCOMPARACIÓN 3D	Tol. no indicada	-
-			Plano	A4GEN104

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA - I.C.A.I.



5	1	Hueso D10Acero	-	Orgánico
Marca	Cantidad	Denominación	Norma	Material
		D10ACERO	Dibujado	NBH
			Revisado	MSN
Escala		INTERCOMPARACIÓN 3D	Tol. no indicada	-
-			Plano	A4GEN105

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA - I.C.A.I.



6	1	Hueso MIX	-	Orgánico
Marca	Cantidad	Denominación	Norma	Material
		MIX	Dibujado	NBH
			Revisado	MSN
Escala		INTERCOMPARACIÓN 3D	Tol. no indicada	-
-			Plano	A4GEN106
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA - I.C.A.I.				

***Parte III PLIEGO DE
CONDICIONES***

ÍNDICE DEL DOCUMENTO 3: PLIEGO DE CONDICIONES

Parte III Pliego de condiciones 397

Índice del documento 3: Pliego de condiciones..... 399

Capítulo 1 Pliego de Condiciones Generales y Económicas..... 401

1.1 Objeto..... 401

1.2 Condiciones generales del contrato 401

1.3 Presupuesto de licitación 402

1.4 Plazo de ejecución 402

1.5 Revisión de precios..... 403

1.6 Requisitos para la contratación con la empresa..... 403

1.7 Presentación de las ofertas..... 404

1.8 Contenido de las ofertas. 404

1.9 Adjudicación 409

1.10 Documentación exigible..... 409

1.11 Fianza..... 410

1.12 Formalización..... 411

1.13 Extinción del contrato 412

1.14 Prórroga de contrato 413

1.15 Régimen jurídico de contrato 413

1.16 Anexos 413

Capítulo 1 PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES Y ECONÓMICAS

1.1 OBJETO

El objeto del contrato que se regirá por el presente pliego, es exponer las condiciones de contratación de un proceso de medición aplicado a materia orgánica.

El proceso de medición del modelo precisa la adquisición de la máquina del brazo de medición, que aportará la precisión necesaria para el desarrollo del proyecto, junto con el software Geomagic para el registro de las medidas.

Este pliego de condiciones generales definirá los términos y condiciones bajo los cuales se procederá a elaborar sistemas de medición con los que se proporcionarán modelos precisos válidos para un estudio posterior, así como para aportar ideas básicas de diseño de un patrón, basándose en las especificaciones expuestas.

1.2 CONDICIONES GENERALES DEL CONTRATO

Este pliego y sus anexos, el pliego de condiciones técnicas y particulares y los proyectos o programas de trabajo que sea preciso presentar según las condiciones fijadas para la contratación del proceso de medición revisten carácter contractual, por lo que la presentación de ofertas implicará la manifestación expresa del licitador de que acepta su contenido, debiendo ser firmados en prueba de conformidad por el adjudicatario en el acto mismo de la formalización del contrato.

1.3 PRESUPUESTO DE LICITACIÓN

El presupuesto de licitación para la adjudicación de la contratación será el que figure expresado en el pliego de condiciones técnicas y particulares.

1.4 PLAZO DE EJECUCIÓN

Será el previsto en el pliego de condiciones técnicas y particulares.

Cuando se produzcan retrasos por motivos no imputables al adjudicatario y éste se ofrezca a cumplir sus compromisos si se le prorroga el plazo fijado para la ejecución del contrato, se podrá conceder un plazo que será, por lo menos, igual al tiempo perdido a no ser que el adjudicatario solicitara otro menor.

Podrá modificarse el plazo de ejecución si en las circunstancias previstas en los documentos que sirvan de base para la contratación, fuera preciso modificar el contrato. En este caso, el órgano competente incluirá en la aprobación de dichas modificaciones la ampliación de plazo correspondiente a su ejecución, que será proporcional al porcentaje de incremento que supongan. También se considerará la ampliación de plazo necesaria para absorber los retrasos que hubiera ocasionado la tramitación del expediente.

La petición de prórroga por parte del contratista deberá tener lugar en el plazo máximo de un mes contando desde el día en que se produzca la causa que origina el retraso y siempre antes de la terminación del contrato, entendiéndose que renuncia a su derecho cuando no se solicite dentro del plazo citado.

1.5 REVISIÓN DE PRECIOS

La revisión del precio por el que se adjudique el contrato, sólo podrá tener lugar, en su caso, cuando se haya ejecutado el 20% de su importe y haya transcurrido un año desde su adjudicación, sin que el 20% del precio de adjudicación pueda ser objeto de revisión, ni ésta puede tener lugar durante el primer año desde la adjudicación.

Cuando la cláusula de revisión se aplique sobre períodos de tiempo en los que el contratista hubiera incurrido en mora y sin perjuicio de las penalizaciones que procedan, los índices de precios que se tendrán en cuenta serán aquellos que hubiesen correspondido a la fecha establecida en el contrato para la realización de la prestación objeto del mismo en plazo, salvo que los correspondientes al período real de ejecución produzcan un coeficiente inferior, en cuyo caso se aplicarán estos últimos.

1.6 REQUISITOS PARA LA CONTRATACIÓN CON LA EMPRESA

Podrán optar a la formalización de contrato las personas naturales o jurídicas que tengan plena capacidad de obrar y que acrediten su solvencia económica, financiera y técnica o profesional en la forma que determine el presente pliego y el de condiciones técnicas y particulares, siempre que reúnan los siguientes requisitos:

- a) No estar incurso en ninguna de las circunstancias enumeradas en el anexo 1 del presente pliego.
- b) No haber sido parte en otro contrato celebrado con la empresa que hubiera sido resuelto por el incumplimiento del contratista, salvo que la participación de la empresa en el procedimiento de contratación resulte conveniente para los intereses de la empresa y se justifique en el expediente.
- c) No haber pertenecido a los órganos de gobierno ni haber formado parte del personal directivo de la empresa, durante los dos últimos años.

Si la sociedad tuviese conocimiento de que el adjudicatario no reúne las condiciones exigidas con posterioridad a la celebración del contrato, o si la vinculación aludida en el apartado c) se produjese a lo largo del desarrollo de éste, aquella podrá resolverlo dejándolo sin efecto, con derecho a exigir del contratista el resarcimiento de los daños y perjuicios que haya podido causar.

1.7 PRESENTACIÓN DE LAS OFERTAS.

Los licitadores que deseen participar en un procedimiento de contratación convocado por la empresa deberán presentar sus ofertas en el lugar que se indique en el anuncio de contratación o, en su caso, en la comunicación de la misma.

La presentación de la documentación a que se refiere el párrafo anterior se realizará dentro del plazo de admisión de ofertas fijado en el anuncio de contratación o en la comunicación por la que se convoque a la misma, y en horas de oficina, pudiendo optar por su remisión por correo.

Cuando se opte por la remisión por correo, el oferente deberá justificar la fecha y hora de imposición del envío en la empresa y anunciar a la Unidad Central de Contratación la remisión de la oferta en el mismo día. No se admitirán las ofertas enviadas por correo que no hayan sido impuestas en la empresa antes del vencimiento del plazo establecido para su prestación.

1.8 CONTENIDO DE LAS OFERTAS.

Las ofertas se presentarán en tres documentos independientes e individualizados en los que conste claramente el nombre o denominación del licitador, su firma o la de la persona que acredite su representación, así como una relación detallada de la

documentación que se incorpore a cada uno de los documentos. Dichos documentos deberán a su vez, cumplir los siguientes requisitos:

Documento nº 1:

TÍTULO DE LA CARÁTULA: “Documentación Técnica”. Se hará constar el objeto de la contratación y el nombre del licitador.

CONTENIDO: Exclusivamente contendrá la documentación de carácter técnico exigida en el pliego de condiciones técnicas y particulares, sin ninguna referencia a los aspectos económicos.

Toda la documentación técnica exigida deberá ser presentada en castellano.

Documento nº 2:

TÍTULO DE LA CARÁTULA: “Documentación general”. Se hará constar el objeto de la contratación y el nombre del licitador.

CONTENIDO: Toda la documentación se presentará mediante originales, fotocopias autenticadas o testimonio notarial de la misma, que en caso de no estar en castellano, deberán traducirse oficialmente al mismo.

Acreditación de la personalidad:

- 1) Si el licitador es persona física, deberá presentar el documento que acredite su personalidad (Documento Nacional de Identidad para españoles, pasaporte, autorización de residencia y permiso de trabajo para extranjeros)
- 2) Si el licitador es persona jurídica, deberá aportar la escritura de constitución o modificación, en su caso, inscrita en el Registro Mercantil cuando este requisito fuera exigible conforme a la legislación mercantil que le sea aplicable. Si no lo fuere, la escritura o documento de constitución, estatutos o acto fundacional en el que consten las normas por las que se regula su actividad inscritos, en su caso, en el correspondiente Registro Oficial.
- 3) Las empresas no españolas de estados miembros de la comunidad europea o de los estados signatarios del acuerdo sobre el espacio económico europeo, deberán

acreditación su inscripción en los registros que correspondan de los que se relacionan en el Real Decreto 390/1996, de 1 de marzo (BOE de 21 de marzo de 1.996), o norma que le sustituya.

- 4) Las demás empresas extranjeras acreditarán su capacidad de obrar con certificación expedida por la respectiva representación diplomática española en la que se haga constar que figura inscrita en el registro local profesional, comercial o análogo, o en su defecto, que actúan habitualmente en el ámbito de las actividades a las que se refiere el objeto de contratación.

Las empresas extranjeras no comunitarias deberán acompañar un informe de la respectiva representación diplomática española sobre:

- La condición de estado signatario del acuerdo sobre contratación pública de la Organización Mundial de Comercio o, en caso contrario, que el estado de procedencia de la empresa extranjera admite a su vez la participación de empresas españolas en la contratación con la administración, en forma sustancialmente análoga.
- Cuando el licitador no actúe en nombre propio o se trate de sociedad o persona jurídica, deberá presentar apoderamiento bastante para representar a la persona o entidad en cuyo nombre se concurra ante la empresa, inscrito en el Registro Mercantil.
- Documentación acreditativa de cumplir los requisitos de solvencia económica, financiera y técnica o profesional conforme se especifica a continuación:
 - Solvencia económica y financiera: Se acreditará por cualquiera de las siguientes formas:
 1. Presentación de informe de instituciones financieras o, en su caso, el justificante de la existencia de un seguro de indemnización por riesgos profesionales.

2. Tratándose de personas jurídicas, presentación de las cuentas anuales o extracto de las mismas, en el supuesto de que la publicación de éstas sea obligatoria en los estados en donde aquellas se encuentren establecidas
3. Declaración relativa a la cifra de negocios global y de las obras, suministros, servicios o trabajos realizados por la empresa en el curso de los tres últimos ejercicios, en función de cuál sea la naturaleza de la contratación.
4. Cualquier otra forma de acreditación que se especifique en el pliego de condiciones técnicas y particulares.

➤ Solvencia técnica

Se acreditará conforme a lo previsto en el pliego de condiciones técnicas y particulares.

En el caso de uniones de empresarios constituidas temporalmente al efecto, se incluirá un escrito indicando los nombres y circunstancias de los empresarios que suscriben la unión, la participación de cada uno de ellos y el nombramiento o designación de representante o a poderado único de la unión con poderes bastantes para ejercitar los derechos y cumplir las obligaciones que se deriven del contrato hasta su extinción.

Cada uno de los empresarios que componen la unión deberá acreditar su capacidad de obrar con los documentos que se detallan en los números anteriores.

Las personas físicas o jurídicas de estados no pertenecientes a la comunidad europea, además de acreditar su plena capacidad para contratar y obligarse conforme a la legislación de su estado y su solvencia económica y financiera, técnica o profesional, deberán justificar que tienen abierta sucursal en España, con designación de

apoderados o representantes para sus operaciones y que están inscritas en el Registro Mercantil.

Declaración bajo responsabilidad del firmante, otorgada ante notario o ante la unidad central de la empresa, de no incurrir en ninguna de las causas, conforme al modelo que figura en anexo 1, que imposibilitan la contratación con la empresa.

Documento nº 3:

TÍTULO DE LA CARÁTULA: “Oferta Económica”. Se hará constar el objeto de la contratación y el nombre del licitador.

CONTENIDO: Oferta ajustada al modelo determinado en el anexo 2 de este pliego.

Tanto en las ofertas que formulen los empresarios como en el presupuesto de licitación, se entenderán comprendidos a todos los efectos los gastos generales y el beneficio industrial, así como los importes de los tributos de toda índole que graven las prestaciones objeto del contrato, excluido el impuesto sobre el valor añadido (IVA) o cualquier otro impuesto indirecto equivalente, según corresponda, y que deberán ser identificados y posteriormente repercutidos como partidas independientes.

Cada licitador no podrá presentar más de una oferta, suscribir ninguna propuesta en unión temporal de empresa (UTE) con otras si lo ha hecho individualmente, o figurar en más de una UTE. La vulneración de esta regla reducirá la exclusión de todas las ofertas en las que intervenga.

No se aceptarán aquellas ofertas que tengan omisiones, errores o tachaduras que impidan conocer claramente lo que la empresa estime fundamental para considerar la oferta.

Salvo que el pliego de condiciones técnicas y particulares establezca otra cosa, no se admitirán variantes o alternativas en la oferta, aunque podrán presentarse en el proceso de negociación si así lo admite posteriormente la empresa.

1.9 ADJUDICACIÓN

La adjudicación se realizará de acuerdo con los criterios que se determinen en el pliego de condiciones técnicas y particulares, pudiendo declarar desierta la contratación si ninguna de las ofertas fuera aceptable.

En el supuesto de que el adjudicatario incumpliera las condiciones previstas en el presente pliego previas a la firma del contrato, o no suscribiera el mismo, el órgano de adjudicación adoptará la decisión que corresponda, pudiendo, en todo caso, adjudicar la contratación a otro licitador dentro del mismo procedimiento.

Antes de la adjudicación, la empresa podrá requerir la presentación de documentación complementaria, aclaración o modificaciones de las ofertas que considere oportunas para el mayor acierto en la adjudicación.

1.10 DOCUMENTACIÓN EXIGIBLE

Para la formalización del contrato el adjudicatario deberá aportar los documentos que se relacionan a continuación:

- a) El adjudicatario deberá acreditar, antes de la firma del contrato, que está al corriente de sus obligaciones fiscales y de seguridad social.

Se entenderá que las empresas están al corriente en el cumplimiento de sus obligaciones tributarias y de seguridad social mediante la acreditación de las circunstancias previstas en los artículos 7.1 y 8.1, respectivamente, del Real Decreto 390/1996, de 1 de marzo (BOE nº 70 de 21/3/96) o norma que le sustituya.

Las circunstancias mencionadas en el párrafo anterior se acreditarán mediante certificación administrativa expedida por el órgano competente, excepto para la acreditación de estar al corriente en el impuesto de actividades económicas, cuya acreditación se efectuará mediante la presentación del alta y, en su caso,

del último recibo del Impuesto sobre Actividades Económicas. Las citadas certificaciones tendrán una validez, a efectos de seis meses a contar desde la fecha de expedición.

Cuando la empresa no esté obligada a presentar las declaraciones o documentos a que se refiere el párrafo segundo de este apartado, se acreditará esta circunstancia mediante declaración responsable

- b) El adjudicatario, antes de la formalización del contrato, deberá presentar los justificantes de la fianza exigida en el apartado “D” del cuadro de características, así como del abono de los gastos del anuncio o anuncios de licitación.
- c) En el supuesto de que la licitación sea adjudicada a una Unión Temporal de Empresa (UTE), deberá acreditarse la constitución de la misma ante la Unidad Gestora de contratación mediante escritura.
- d) En todo caso, la empresa podrá exigir que se acrediten documentalmente la propiedad de la maquinaria y medios auxiliares que la empresa haya declarado tener a disposición, así como cualquier otra documentación que considere conveniente.

1.11 FIANZA

El adjudicatario viene obligado a constituir y acreditar una fianza, previa a la formalización del contrato, en la cuantía que se indique en el apartado “D” del cuadro de características, en el plazo de diez días desde que se le notifique la adjudicación.

La fianza podrá constituirse en metálico o mediante aval prestado por alguno de los bancos, cajas de ahorros, cooperativas de crédito, establecimientos financieros de créditos y sociedades de garantía recíproca autorizados para operar en España.

El contenido del aval se ajustará al modelo que figura en anexo 3 al presente pliego.

El importe de la fianza se destinará al resarcimiento de los daños y perjuicios que por cualquier causa pudiera incurrir en la ejecución del contrato o durante el período de vigencia de la garantía fijada en el apartado “F” del cuadro de características, y en su caso, para satisfacción de las penas pecuniarias que se hayan estipulado.

Salvo que el pliego de condiciones técnicas y particulares o cualquier otro documento de carácter contractual, estipulen lo contrario, el pago de las penas pecuniarias no sustituirá el resarcimiento de daños y perjuicios por incumplimiento del contratista, ni eximirá de cumplir con las obligaciones contractuales, pudiendo exigirse, conjuntamente, el cumplimiento de dichas obligaciones y la satisfacción de las penas pecuniarias estipuladas.

Cuando a consecuencia de la modificación del contrato experimente variación el valor total del mismo, se ajustará la fianza constituida en la cuantía necesaria para que se mantenga la debida proporcionalidad entre la fianza y el presupuesto del contrato.

Dentro del plazo de tres meses a partir de la finalización del contrato, o del plazo de garantía fijado en el apartado “F” del cuadro de características, se procederá a la devolución del importe de la fianza o, en su caso, a la cancelación del aval ejecutable.

1.12 FORMALIZACIÓN.

El adjudicatario queda obligado a suscribir el contrato en el plazo que se fije en el pliego de condiciones técnicas y particulares y, en su defecto, en el plazo de 15 días desde que se le notifique la adjudicación. Transcurrido dicho plazo sin que se hubiera formalizado el documento contractual por causas imputables al adjudicatario, el órgano competente podrá aprobar la adjudicación al licitador que hubiere presentado la segunda mejor oferta, previa notificación de dicha circunstancia al contratista que hubiere incumplido, sin perjuicio del derecho de la sociedad a ser indemnizada en los daños sufridos.

El contrato podrá formalizarse en escritura pública cuando así lo solicite cualquiera de las partes, siendo a cargo de la que lo solicite los gastos derivados de su otorgamiento.

1.13 EXTINCIÓN DEL CONTRATO

El contrato se extinguirá por conclusión o cumplimiento, o bien por resolución.

Son causas de resolución:

A. El incumplimiento de las cláusulas contenidas en los pliegos por los que se rige la contratación, sus anexos, el contrato o cualquier otra documentación que revista carácter contractual.

B. La muerte del contratista individual, salvo que los herederos ofrezcan llevar a cabo el contrato bajo las condiciones estipuladas en el mismo.

No obstante, la empresa podrá aceptar o desechar el ofrecimiento, sin que en este último caso tengan derecho los herederos a indemnización alguna por el resto del contrato dejado de ejecutar.

C. La extinción de la personalidad jurídica de la sociedad mercantil del contratista, salvo que el patrimonio y organización de la sociedad extinguida sea incorporado a otra entidad, asumiendo ésta última las obligaciones de aquélla y siempre que la nueva entidad, en el plazo de un mes, ofrezca llevar a cabo el contrato en las condiciones estipuladas. La empresa puede admitir o desechar el ofrecimiento, sin que en éste último caso, haya derecho a indemnización alguna.

D. El mutuo acuerdo entre la empresa y el contratista.

E. La cesión a terceros del contrato sin autorización de la empresa.

F. La declaración de quiebra o suspensión de pagos al contratista.

G. Cualquier otra causa que se establezca expresamente en el pliego de condiciones técnicas y particulares o en el contrato. Cuando la resolución sea por causas imputables al contratista, la empresa ejecutará, si así procediese y a su sola discreción, la fianza constituida haciendo suyo su importe.

1.14 PRÓRROGA DE CONTRATO

Una vez finalizado el plazo de vigencia del contrato, el contratista quedará obligado, cuando así se requiera por la empresa, a prestar el servicio durante un período máximo de tres meses.

1.15 RÉGIMEN JURÍDICO DE CONTRATO

Los contratos suscritos por la empresa y comprendidos en el ámbito de aplicación del presente Pliego, se regirán por sus propias estipulaciones y, en lo no expresamente pactado en los mismos, en cuanto no las contradigan y les sea de aplicación, por las condiciones, prescripciones y previsiones contenidas en la documentación complementaria e integradora de dichos contratos, según enumeración y orden de prelación que a continuación se establece:

1. Pliego de condiciones técnicas y particulares.
2. Pliego de condiciones generales.
3. Los demás documentos que tengan carácter contractual según las condiciones que regulan la contratación.
4. El ordenamiento jurídico privado.

1.16 ANEXOS

Los anexos 1, 2 y 3 forman parte integrante del presente pliego y revisten por tanto carácter contractual.

➤ Anexo 1

CAUSAS QUE IMPIDAN LA CONTRATACIÓN CON LA EMPRESA

D.....
con NIF..... como representante de la
empresa.....,
según se acredita mediante poder otorgado ante el
Notario..... el díaal
número de su protocolo y que no han sido revocados ni restringidos o modificados en
forma alguna.

(Cumplimentar en caso de que sea una persona jurídica)

D.....
....., con NIF
.....
.....

(Cumplimentar en caso de que sea una persona física)

.....
.....
.....

Ante la empresa, comparece y promete/jura que ni él ni la empresa a la que
representa se hallan incurso en ninguna de las siguientes causas que impedirían la
contratación con la misma:

1. Haber sido condenados mediante sentencia firme por delitos de falsedad, contra el patrimonio y contra el orden socioeconómico, cohecho, malversación, tráfico de influencias, revelación de secretos, uso de información privilegiada, delitos contra la Hacienda Pública y la Seguridad Social, delitos contra los derechos de

los trabajadores o por delitos relativos al mercado y a los consumidores. La prohibición de contratar alcanza a las personas jurídicas cuyos administradores o representantes, vigente su cargo o representación, se encuentren en la situación mencionada por actuaciones realizadas en nombre o a beneficio de dichas personas jurídicas o en las que concurren las condiciones, cualidades o relaciones que requiera la correspondiente figura de delito para ser sujeto activo del mismo.

2. Haber sido declarados en quiebra, en concurso de acreedores, insolvente fallido en cualquier procedimiento o sujeto a intervención judicial; haber iniciado expediente de quita y espera o de suspensión de pagos o presentado solicitud judicial de quiebra o de concurso de acreedores, mientras, en su caso, no fueren rehabilitados.
3. Haber sido sancionados con carácter firme por infracción grave en materia de disciplina de mercado, en materia profesional o en materia de integración laboral de minusválidos o muy grave en materia social, de acuerdo con lo dispuesto en la Ley 8/1998, de 7 de abril, sobre infracciones y sanciones en el orden social o en materia de seguridad y salud en el trabajo, de conformidad con lo dispuesto en la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, sobre prevención de riesgos laborales.
4. Estar incurso la persona física o los administradores de la persona jurídica en alguno de los supuestos de la Ley 12/1995, de 11 de mayo, de Incompatibilidades de los miembros del Gobierno de la Nación de los Altos cargos de la Administración General del Estado, de la Ley 53/1984, de 26 de diciembre, de Incompatibilidades del personal al servicio de las Administraciones Públicas o tratarse de cualquiera de los cargos electivos regulados en la Ley Orgánica 5/1998, de 19 de junio, del Régimen Electoral General, en los términos establecidos en la misma. Esta prohibición alcanza a los cónyuges, personas vinculadas con análoga relación de convivencia afectiva y descendientes de las personas a que se refiere el párrafo anterior, siempre que, respecto de los últimos, dichas personas ostenten su representación legal.
5. No hallarse al corriente en el cumplimiento de las obligaciones tributarias o de Seguridad Social impuestas por las disposiciones vigentes, en los términos que reglamentariamente se determinen.

6. Haber incurrido en falsedad grave al facilitar a la Administración las declaraciones exigibles en cumplimiento de las disposiciones legales vigentes.
7. Haber incumplido las obligaciones impuestas al empresario por los acuerdos de suspensión de las clasificaciones concedidas o de la declaración de inhabilitación para contratar con cualquiera de las Administraciones Públicas.
8. Si se trata de empresarios no españoles de Estados miembros de la Comunidad Europea, no hallarse inscritos, en su caso en un Registro profesional o comercial en las condiciones previstas por la legislación del Estado donde están establecidos.
9. Haber sido sancionado como consecuencia del correspondiente expediente administrativo en los términos previstos en el artículo 82 de la Ley General Presupuestaria y en el artículo 80 de la Ley General Tributaria.
10. No acreditar la suficiente solvencia económica, financiera y técnica o profesional.

Fecha y firma del licitador

➤ Anexo 2

MODELO DE OFERTA ECONÓMICA

Don/Doña:.....
.....

Con domicilio en:
.....
.....

Calle/Plaza, nº:
.....
.....

En caso de actuar en representación

Como apoderado/a de:
.....
.....

Con domicilio en:
.....
.....

Calle/Plaza, nº:
.....
.....

Enterado de las condiciones y requisitos para concurrir al Procedimiento convocado por la empresa para adjudicar la contratación de

.....
.....
.....

Cree que se encuentra en situación de acudir como licitador del mismo.

A este efecto hace constar que conoce los Pliegos que sirven de base a la convocatoria, que acepta incondicionalmente sus cláusulas, que reúne todas y cada una de las condiciones exigidas para contratar y que se compromete en nombre (propio o de la empresa a la que representa) a realizar el objeto del contrato con estricta sujeción a los expresados requisitos y condiciones de acuerdo con la siguiente oferta:

Precio Base (en cifras)€ (sin IVA o cualquier otro impuesto indirecto equivalente)

Precio Base (en letras)Euros (sin IVA o cualquier otro impuesto indirecto equivalente)

Tipo Impositivo, IVA (o impuesto indirecto equivalente):.....%

Precio (en cifras)€ (con IVA o cualquier otro impuesto indirecto equivalente)

Precio (en letras):

.....
.....

.....Euros (con IVA o cualquier otro impuesto indirecto equivalente)

Fecha y firma del licitador

➤ Anexo 3

LA ENTIDAD

.....
.....

AVALA

Solidariamente a la empresa

.....
.....

Con domicilio social en

.....
.....

NIF.....

Ante la empresa con renuncia a cualquier beneficio y en especial al de orden, previa excusión y división de bienes, por la cantidad de

.....
.....EUROS (.....€).

Para responder de todas y cada una de las obligaciones y eventuales responsabilidades de toda índole que se deriven del cumplimiento del contrato de

.....
.....
.....
.....

Número de expediente

.....

El presente aval será ejecutable por la empresa, a P RIMERA DEMANDA O PETICIÓN, bastando para ello el simple requerimiento notarial a la entidad avalista dándole cuenta del incumplimiento contractual en que haya incurrido la empresa avalada.

El suscriptor del aval se encuentra especialmente facultado para su formalización según poderes otorgados ante el notario

D.....
..... el día

Al número de su protocolo y que no le han sido revocados ni restringidos o modificados en forma alguna.

Este aval, que ha sido inscrito con esa misma fecha en el Registro Especial de Avaluos con el número....., estará en vigor hasta tanto no se hayan extinguido y liquidado todas y cada una de las obligaciones contraídas por la empresa avalada y la empresa autorice su cancelación.

En Madrid, a..... de..... de.....

Fdo. LA ENTIDAD AVALISTA

Parte IV PRESUPUESTO

ÍNDICE DEL DOCUMENTO 4: PRESUPUESTO

<i>Parte IV Presupuesto</i>	<i>421</i>
<i>Índice del documento 4: Presupuesto</i>	<i>423</i>
<i>Capítulo 1 Introducción.....</i>	<i>425</i>
<i>Capítulo 2 Presupuestos Parciales</i>	<i>427</i>
2.1 Preparación de objetos a medir.....	427
2.2 Medición en el laboratorio de ICAI.	428
2.3 Mediciones por subcontratación.....	429
2.4 Otros costes.....	430
<i>Capítulo 3 Presupuesto General.....</i>	<i>431</i>
3.1 Presupuesto total de ejecución.....	431
3.2 Presupuesto general.....	432

Capítulo 1 INTRODUCCIÓN

La entidad universitaria Comillas ha facilitado la realización del presente proyecto absorbiendo parte de los costes del mismo. Además, algunas de las tareas para la preparación de los objetos orgánicos y el trabajo de medición en el laboratorio de la sede ICAI recaen sobre la autora como trabajo personal del proyecto, pese haber supuesto coste nulo se han contabilizado estas partidas en el presupuesto tomando como hipótesis una situación de lucro.

A continuación se describen algunos conceptos incluidos en el presupuesto, y que, sin embargo, en la realización del proyecto real no se han soportado.

Los huesos han sido proporcionados por la entidad universitaria Comillas gratuitamente. La limpieza de los mismos, el posterior taladrado y adhesión de las esferas en los lugares estratégicamente elegidos forman parte de la preparación del material orgánico a medir y se engloba como tareas a realizar por la autora del presente proyecto, Comillas ha facilitado el material y espacio para llevarlas a cabo.

En cuanto a la obtención de medidas, el trabajo del laboratorio de metrología de ICAI tampoco ha contabilizado un coste real. Las medidas realizadas en el laboratorio del hospital de FREMAP se clasifican desde el punto de vista de la entidad Comillas como una subcontratación y desde el punto de vista de FREMAP aparecerán en su libro Diario como la satisfacción de un servicio realizado para un cliente externo. Sin embargo, estas mediciones se han facilitado gratuitamente como consecuencia de las buenas relaciones entre ambas entidades colaboradoras.

En el capítulo siguiente se han dividido los conceptos que intervienen de manera directa en el presupuesto del proyecto según los cuatro ámbitos que engloban el presente proyecto. Estos son; Preparación de los objetos a medir, Medición en el laboratorio de metrología de la sede ICAI, Mediciones por subcontratación y Otros costes.

En el capítulo 3 se obtiene el presupuesto total. La unión de los presupuestos parciales forma el presupuesto total de ejecución, y mediante un porcentaje de este se

calcula la cuantía de los conceptos que intervienen de manera indirecta en el proyecto. Finalmente, el presupuesto total se obtiene con la suma del presupuesto total de ejecución y de las partidas influyentes indirectamente.

Capítulo 2 PRESUPUESTOS PARCIALES

2.1 PREPARACIÓN DE OBJETOS A MEDIR.

Concepto		Cantidad	€/Cantidad	Importe
1.01	Huesos de jamón*	7	1,5	10,50 €
1.02	Limpieza de huesos			291,85 €
1.02.01	Agua oxigenada 50% = 200 vols.	0,7	59,79	41,85 €
1.02.02	Utensilios de limpieza	1	10	10,00 €
1.02.03	Ejecución de la limpieza	16	15	240,00 €
1.03	Unión de las bolas a los huesos			159,13 €
1.03.01	Rotulador permanente	1	0,90	0,90 €
1.03.02	Señalización de los puntos a taladrar	2	5	10,00 €
1.03.03	Taladro	10	0,95	9,50 €
1.03.03	Maletín de brocas para el taladro	5	0,05	0,25 €
1.03.04	Ejecución del taladrado	3	10	30,00 €
1.03.05	Bolas de rodamientos (2,5-5-7-10mm)	30*4	0,13	15,60 €
1.03.06	Bolas de cristal (4mm)	100	0,09	9,00 €
1.03.07	Adhesivo Epoxi 9483	1	20,20	20,20 €
1.03.08	Pistola dispensadora tubo 50 ml	2	1,12	2,24 €
1.03.09	Cánula	2	0,72	1,44 €
1.03.10	Ejecución de la unión	2	30	60,00 €

Total de Preparación de los objetos a medir	461,48 €
--	-----------------

Tabla 12. Presupuesto parcial de Preparación de objetos a medir

* En el proyecto se han utilizado los huesos de una pata de jamón y de una de cordero como se describe en la sección B de la memoria. Sin embargo, se han utilizado huesos verdaderos de jamón para perro para proporcionar los datos de los huesos en los anexos y valorar su cuantía en el presupuesto.

2.2 MEDICIÓN EN EL LABORATORIO DE ICAI.

Concepto		Cantidad	€Cantidad	Importe
2.01	Herramientas			4,99 €
2.01.01	Mesa Planitud	1	1,67	1,67 €
2.01.02	Pie de rey 50 µm	1	0,98	0,98 €
2.01.03	Revelador húmedo Ardrex 9D1B	1	2,34	2,34 €
2.02	Máquinas			140,00 €
2.02.01	Brazo de medición	1	100	100,00 €
2.02.02	Ordenador	1	10	10,00 €
2.02.03	Software Geomagic	1	30	30,00 €
2.03	Mano de Obra			1.200,00 €
2.03.01	Medición del ingeniero	40	30	1.200,00 €
Total de las Mediciones en ICAI				1.344,99 €

Tabla 13. Presupuesto parcial de Medición en ICAI

2.3 MEDICIONES POR SUBCONTRATACIÓN.

Concepto	Cantidad	€Cantidad	Importe
3.01 Mediciones en FREMAP	5	550	2.750,00 €
Total de Subcontratación			2.750,00 €

Tabla 14. Presupuesto parcial de Mediciones por subcontratación

2.4 OTROS COSTES.

Concepto		Cantidad	€Cantidad	Importe
4.01	Varios	1	50	50,00 €
Total de otros costes				50,00 €

Tabla 15. Presupuesto parcial de Otros costes.

Capítulo 3 PRESUPUESTO GENERAL

3.1 PRESUPUESTO TOTAL DE EJECUCIÓN.

PRESUPUESTOS PARCIALES		
Concepto	%	Importe
1 Preparación de objetos a medir	10,02%	461,48 €
2 Medición en el laboratorio de ICAI	29,20%	1.344,99 €
3 Mediciones por subcontratación	59,70%	2.750,00 €
4 Otros costes	1,09%	50,00 €
Total de Ejecución		4.606,47 €

Tabla 16. Presupuesto total de ejecución.

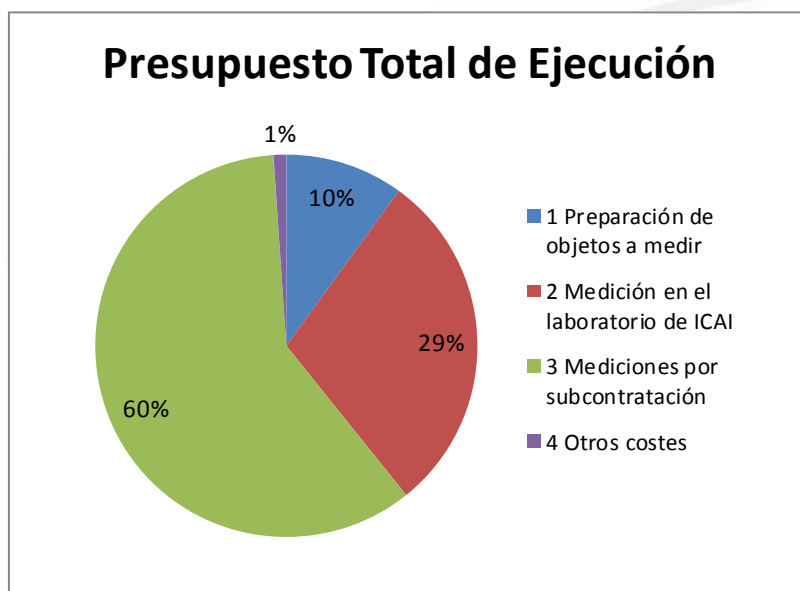


Figura 131. Presupuesto total de ejecución.

3.2 *PRESUPUESTO GENERAL.*

PRESUPUESTO GENERAL			
	Concepto	% Ejecución	Importe
1	Total de Ejecución	100%	4.606,47 €
2	Gastos generales	10%	460,65 €
3	Beneficio industrial	7%	322,45 €
4	I.V.A.	21%	967,36 €
PRESUPUESTO TOTAL			6.356,93 €

Tabla 17. Presupuesto general

El presupuesto del proyecto, asciende a la cantidad de SEIS MIL TRESCIENTOS CINCUENTA Y SEIS EUROS CON NOVENTA Y TRES CÉNTIMOS (6.356,93 €).

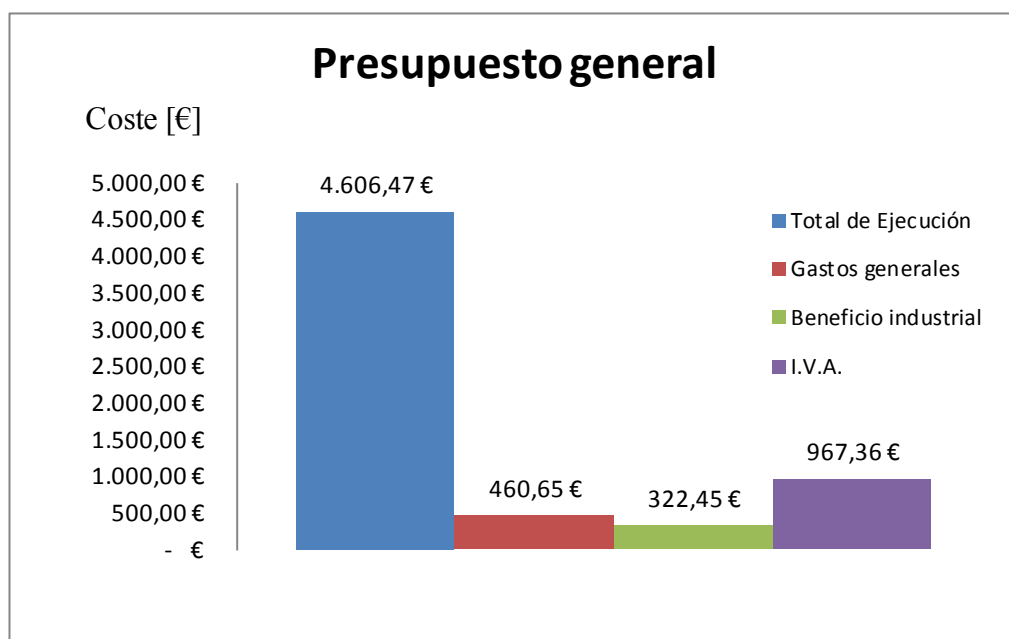


Figura 132. Presupuesto general.

Índice de figuras

<i>Figura 1</i> Elementos que integran la trazabilidad.....	38
<i>Figura 2</i> Relación entre las ramas de ciencias	46
<i>Figura 3</i> Huesos cedidos por la U.P.Comillas	63
<i>Figura 4</i> Huesos con parte de carne ya desprendida	64
<i>Figura 5</i> Huesos en la cacerola	64
<i>Figura 6</i> Utensilios	65
<i>Figura 7</i> Articulaciones debilitadas.....	65
<i>Figura 8</i> Limpieza	65
<i>Figura 9</i> Cinco juegos de huesos montados superficialmente	65
<i>Figura 10</i> Huesos a remojo en sus respectivos baldes	66
<i>Figura 11</i> Esquema de la disposición en el secado de los huesos-1.....	66
<i>Figura 12</i> Vista global bandejas	67
<i>Figura 13</i> Bandeja izquierda	67
<i>Figura 14</i> Bandeja del centro	67
<i>Figura 15</i> Bandeja de la derecha.....	67
<i>Figura 16</i> Manos unas dos horas después de retirar los huesos	68
<i>Figura 17</i> Esquema de la disposición en el secado de los huesos-2.....	68
<i>Figura 18</i> Fotografías de la disposición en el secado de los huesos	68
<i>Figura 19</i> Hueso con estructura frágil.....	69
<i>Figura 20</i> Láminas separadas del hueso debido al roce.....	69
<i>Figura 21</i> Huesos con grasilla en su superficie	69

<i>Figura 22</i> Huesos sumergidos	69
<i>Figura 23</i> Huesos sumergidos con varillas	70
<i>Figura 24</i> Huesos introducidos en sus respectivas probetas	70
<i>Figura 25</i> Articulaciones.....	71
<i>Figura 26</i> Hueso resquebrajado y con zona de grasilla.....	71
<i>Figura 27</i> Esferas de cristal.....	72
<i>Figura 28</i> Esferas de acero.	72
<i>Figura 29</i> Etiquetas de las esferas de acero	72
<i>Figura 30</i> Colocación de las marcas en el hueso de cristal.....	73
<i>Figura 31</i> Huesos con cinta aislante y las esferas de acero a colocar.	73
<i>Figura 32</i> Huesos señalizados con rotulador y las esferas de acero a colocar...	74
<i>Figura 33</i> Taladradora.....	75
<i>Figura 34</i> Zoom taladradora.....	75
<i>Figura 35</i> Secuencia de la operación de taladrado.....	76
<i>Figura 36</i> Ejemplo de hueso traspasado por la broca	76
<i>Figura 37</i> Taladradora manual	77
<i>Figura 38</i> Desviación del agujero respecto al punto de referencia planteado....	77
<i>Figura 39</i> Taladro de profundidad mayor al radio de la esfera	78
<i>Figura 40</i> Goteo en el tiempo de fijación del adhesivo	79
<i>Figura 41</i> Bote del adhesivo Hysol 9483	79
<i>Figura 42</i> Cánula o mezclador helicoidal	80
<i>Figura 43</i> Cánula en el bi-tubo.....	80
<i>Figura 44</i> Esquema del proceso de montaje en la pistola.....	81
<i>Figura 45</i> Metil-etil-cetona	81

<i>Figura 46</i> Disminución del contraste	82
<i>Figura 47</i> Huesos preparados para colocar el adhesivo y la esfera.....	82
<i>Figura 48</i> Compactación lateral.....	83
<i>Figura 49</i> Vista general de compactación.....	83
<i>Figura 50</i> Hueso 2,5A	85
<i>Figura 51</i> Hueso 4C	85
<i>Figura 52</i> Hueso 5A	86
<i>Figura 53</i> Hueso 7A	86
<i>Figura 54</i> Hueso 10A	86
<i>Figura 55</i> Hueso MIX.....	86
<i>Figura 56</i> Plano del trayecto.....	88
<i>Figura 57</i> Empaquetado.....	88
<i>Figura 58</i> Medida FREMAP. Hueso 2,5C	90
<i>Figura 59</i> Medida FREMAP. Hueso 4C	91
<i>Figura 60</i> Medida FREMAP. Hueso 7C	92
<i>Figura 61</i> Medida FREMAP. Hueso 10C	93
<i>Figura 62</i> Medida FREMAP. Hueso MIX-1.....	94
<i>Figura 63</i> Medida FREMAP. Hueso MIX-2.....	95
<i>Figura 64</i> Medida FREMAP. Hueso MIX-3.....	96
<i>Figura 65</i> Medida FREMAP. Hueso MIX-4.....	97
<i>Figura 66</i> Brazo de medición.....	99
<i>Figura 67</i> Detalles de conexión	100
<i>Figura 68</i> Referencia de los codificadores	101
<i>Figura 69</i> Palpador sin contacto.....	102

<i>Figura 70</i>	<i>Botones y LED del palpador</i>	<i>102</i>
<i>Figura 71</i>	<i>Referencia de los LED</i>	<i>103</i>
<i>Figura 72</i>	<i>Palpador láser en rango</i>	<i>103</i>
<i>Figura 73</i>	<i>Palpador láser fuera de rango</i>	<i>103</i>
<i>Figura 74</i>	<i>Colocación de los huesos</i>	<i>105</i>
<i>Figura 75</i>	<i>Proceso del revelador húmedo no acuoso</i>	<i>106</i>
<i>Figura 76</i>	<i>Colocación de la pieza</i>	<i>106</i>
<i>Figura 77</i>	<i>Escaneado</i>	<i>106</i>
<i>Figura 78</i>	<i>Pantalla de inicio al Geomagic</i>	<i>107</i>
<i>Figura 79</i>	<i>Comparativa de eliminación de puntos</i>	<i>108</i>
<i>Figura 80</i>	<i>Comparativa de eliminación de celdas</i>	<i>108</i>
<i>Figura 81</i>	<i>Geomagic. Reducir ruido</i>	<i>108</i>
<i>Figura 82</i>	<i>Geomagic. Combinar objetos de puntos</i>	<i>109</i>
<i>Figura 83</i>	<i>Geomagic. Gestor de modelo</i>	<i>109</i>
<i>Figura 84</i>	<i>Geomagic. De celdas a puntos</i>	<i>109</i>
<i>Figura 85</i>	<i>Geomagic. Wrap</i>	<i>109</i>
<i>Figura 86</i>	<i>Geomagic. Gestor de modelo-2</i>	<i>110</i>
<i>Figura 87</i>	<i>Geomagic. De puntos a triángulos</i>	<i>110</i>
<i>Figura 88</i>	<i>Geomagic. Tras el mallado</i>	<i>110</i>
<i>Figura 89</i>	<i>Geomagic. Colector</i>	<i>111</i>
<i>Figura 90</i>	<i>Geomagic. Eliminación de triángulos</i>	<i>111</i>
<i>Figura 91</i>	<i>Geomagic. Mesh doctor</i>	<i>111</i>
<i>Figura 92</i>	<i>Geomagic. Reparación automática</i>	<i>111</i>
<i>Figura 93</i>	<i>Geomagic. Llenar agujeros</i>	<i>112</i>

<i>Figura 94</i> Geomagic. Llenar uno solo.....	113
<i>Figura 95</i> Geomagic. Superficies exactas	113
<i>Figura 96</i> Geomagic. Nueva distribución de parches.....	113
<i>Figura 97</i> Geomagic. Superficies exactas	114
<i>Figura 98</i> Geomagic. Superficie automática.....	114
<i>Figura 99</i> Geomagic. Diálogo de superficie automática	115
<i>Figura 100</i> Geomagic. Esfera. Mejor adaptación.....	115
<i>Figura 101</i> Geomagic. Diálogo de crear esfera	116
<i>Figura 102</i> Geomagic. Esfera 1	116
<i>Figura 103</i> Geomagic. Propiedades esfera 1.....	117
<i>Figura 104</i> Geomagic. Adaptación a deshechar	117
<i>Figura 105</i> Geomagic. Hueso D2,5 Acero.....	118
<i>Figura 106</i> Geomagic. Hueso D4 Cristal	118
<i>Figura 107</i> Geomagic. Hueso D5 Acero.....	119
<i>Figura 108</i> Geomagic. Hueso D7 Acero.....	119
<i>Figura 109</i> Geomagic. Hueso D10 Acero.....	120
<i>Figura 110</i> Geomagic. Hueso MIX.....	120
<i>Figura 111</i> Geomagic. Registro manual	121
<i>Figura 112</i> Geomagic. Alineamiento.....	121
<i>Figura 113</i> Geomagic. Piezas alineadas.....	122
<i>Figura 114</i> Geomagic. Registro global.....	122
<i>Figura 115</i> Geomagic. Desviación entre escaneos.....	123
<i>Figura 116</i> Geomagic. Vistas de pieza tras la fusión	123
<i>Figura 117</i> Geomagic. Grupo 1 en verde	123

<i>Figura 118</i> Geomagic. Grupo 2 en verde.	123
<i>Figura 119</i> Identificación D2,5A.....	125
<i>Figura 120</i> Identificación D4C.....	125
<i>Figura 121</i> Identificación D5A.....	125
<i>Figura 122</i> Identificación D7A.....	125
<i>Figura 123</i> Identificación D10A.....	126
<i>Figura 124</i> Identificación MIX.....	126
<i>Figura 125</i> Incertidumbres del D2,5A y su media	299
<i>Figura 126</i> Incertidumbres del D4C y su media	300
<i>Figura 127</i> Incertidumbres del D5A y su media	300
<i>Figura 128</i> Incertidumbres del D7A y su media	301
<i>Figura 129</i> Incertidumbres del D10A y su media	301
<i>Figura 130</i> Incertidumbres del MIX y su media.....	302
<i>Figura 131. Presupuesto total de ejecución.</i>	431
<i>Figura 132. Presupuesto general.....</i>	432

Índice de tablas

<i>Tabla 1</i> Tabla de medidas. D4 Esfera 1-2.....	139
<i>Tabla 2</i> Tabla completa de incertidumbres	147
<i>Tabla 3.</i> Resumen de medidas D2,5ª.....	303
<i>Tabla 4.</i> Resumen de medidas D4C	304
<i>Tabla 5.</i> Resumen de medidas D5A	307
<i>Tabla 6.</i> Resumen de medidas D7A	308
<i>Tabla 7.</i> Resumen de medidas D10A	309
<i>Tabla 8.</i> Resumen de medidas MIX	311
<i>Tabla 9.</i> Tamaño en mm de los formatos DIN serie A.....	385
<i>Tabla 10.</i> Relación de planos y códigos	386
<i>Tabla 11.</i> Lista de materiales	387
<i>Tabla 12.</i> Presupuesto parcial de Preparación de objetos a medir.....	427
<i>Tabla 13.</i> Presupuesto parcial de Medición en ICAI.....	428
<i>Tabla 14.</i> Presupuesto parcial de Mediciones por subcontratación.....	429
<i>Tabla 15.</i> Presupuesto parcial de Otros costes.	430
<i>Tabla 16.</i> Presupuesto total de ejecución.....	431
<i>Tabla 17.</i> Presupuesto general.....	432

Bibliografía

- [1] SAENZ NUÑO, M. *Apuntes de Metrología Dimensional*.
- [2] JIMÉNEZ CALZADO, M. *Apuntes de Dibujo Asistido por Ordenador*
- [3] FARO, S.A. *Manual del FAROARM*.
- [4] GEOMAGIC, S.A. *Manual del Geomagic Studio 2012*.
- [5] DOEBELIN, Ernest. *Sistemas de medición e instrumentación*. 5ª Edición. Ediciones McGraw-Hill, 2004
- [6] AENOR. *Metrología dimensional*. CD
- [7] AUCCAHUASI, W. *Ingeniería Biomédica*. Disponible en World Wide Web: <http://www.usmp.edu.pe/vision2011/exposiciones/14.bioingenieria.pdf>
- [8] LÓPEZ SILVA, S.; SENDRA SENDRA, J.R. *Apuntes de Bioingeniería*. Disponible en World Wide Web: http://www.iuma.ulpgc.es/~jrsendra/Docencia/Bioingenieria/PDF/Apuntes/BioIng_ULPGC_2001.pdf
- [9] PALLÁS ARENY, R. *La bioingeniería en la escuela*. Disponible en World Wide Web: <http://upcommons.upc.edu/revistes/bitstream/2099/9692/1/Article012.pdf>
- [10] GAMBOA BERNAL, G. *Un reto para dos gigantes en gestación*. Disponible en World Wide Web: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=83261604>
- [11] GÓMEZ AGUILERA, E. *Bioingeniería*. Disponible en World Wide Web: <http://www.educa2.madrid.org/web/educamadrid/principal/files/c7827e52-4001-4b73-99b7-3868374f71a7/Presentacion-BIO-GBT-alumnos.pdf>
- [12] EGRESADOS. *Bioingenieros en el campo laboral*. Disponible en World Wide Web: <http://ingenieria.udea.edu.co/portal/ingeniemos/versionimpresa/200806/pag4.pdf>
- [13] ICMA. *Aplicaciones de la ciencia de materiales a la medicina*. Disponible en World Wide Web: http://www.unizar.es/icma/divulgacion/pdf/biomateriales_web.pdf
- [14] DE LORENZO. *Ingeniería biomédica*. Disponible en World Wide Web: <http://www.delorenzoglobal.com/upload/download/1393342934-BIOMEDICAL%20SPA.pdf>

-
- [15] BAPTISTA GONZÁLEZ, H. *El principio de la incertidumbre de Heisenberg y la práctica clínica*. Disponible en World Wide Web: <http://www.medigraphic.com/pdfs/medsur/ms-2009/ms092g.pdf>
- [16] GUIASALUD. *Guías de práctica clínica*. Disponible en World Wide Web: <http://portal.guiasalud.es/web/guest/guias-practica-clinica>
- [17] INGESA. *Guía para la gestión de la lista de espera*. Disponible en World Wide Web: <http://www.ingesa.msssi.gob.es/estadEstudios/documPublica/pdf/listaEsp.pdf>
- [18] RAMOS, M. *Incertidumbre en medicina*. Disponible en World Wide Web: http://med.unne.edu.ar/revista/revista168/11_168.pdf
- [19] LARA GARCÍA, J.O. *La bioingeniería*. Disponible en World Wide Web: <https://jolg27.files.wordpress.com/2009/11/tecucionesdif.pdf>
- [20] CASAL, F.G. *La variabilidad en la práctica clínica y sus consecuencias sobre la calidad en la asistencia sanitaria*. Disponible en World Wide Web: http://www.fgcasal.org/fgcasal/database/Documentos/Escorial08_Jara.pdf
- [21] GEOMAGIC. *Equipamiento médico y reconstrucción*. Disponible en World Wide Web: <http://www.geomagic.com/es/industries/medical>
- [22] FARO. *FaroArm*. Disponible en World Wide Web: <http://www.faro.com/es-es/productos/metrologia/brazo-de-medicion-faroarm/informacion>
- [23] MÉTODOS DE MANTENIMIENTO. *Manual de buen uso y mantenimiento de mesas de planitud*. Disponible en World Wide Web: <http://www.matematicasypoesia.com.es/metodos/meuweb116.htm>
- [24] TODO METROLOGÍA. *El calibrador pie de rey*. Disponible en World Wide Web: <http://todometrologia.ucoz.com/blog/2009-08-27-11>
- [25] ARDROX. *Ardrox 9D1B*. Disponible en World Wide Web: <http://ardrox.webnode.es/products/ardrox-9d1b/>
- [26] APLIND. *Ardrox 9D1B*. Disponible en World Wide Web: <http://aplind.com/es/13-ardrox-9d1b.html>
- [27] LOXEAL. *Adhesivos instantáneos*. Disponible en World Wide Web: http://www.loxeal.es/adhesivos_instantaneos.html
- [28] LOCTITE. *Loctite EA 9483*. Disponible en World Wide Web: <http://tds.henkel.com/tds5/docs/EA%209483-ES.PDF>
- [29] BUENI. *Pistola dispensadora para tubo de 50ml*. Disponible en World Wide Web: http://www.bueni.es/electronica-ferreteria/pistola-dispensadora-para-tubo-de-50ml_1e4d29a6f2c2c8026daf631c866425e1_28661628

- [30] BUENI. *Mezclador para adhesivo acrílico 50ml*. Disponible en World Wide Web: http://www.bueni.es/electronica-ferreteria/mezclador-para-adhesivo-acrilico50ml_613a874cc7a617f76b17fc149c946952_28661592
- [31] AMAZON. *Bosch PSB 500 RE - Compact - Taladro Percutor*. Disponible en World Wide Web: http://www.amazon.es/Bosch-PSB-500-RE-Compact/dp/B00359F2UG/ref=sr_1_1/279-4630683-8820244?ie=UTF8&qid=1404124825&sr=8-1&keywords=taladros
- [32] AMAZON. *Bosch X-Line - Conjunto de 15 brocas para madera, piedra y metal*. Disponible en World Wide Web: http://www.amazon.es/Bosch-mini-x-line-Conjunto-brocas/dp/B001IBMO7C/ref=pd_sim_hi_3?ie=UTF8&refRID=1J5P6T34Q0D77VSPS5SP
- [33] TIENDA ANIMAL. *Huesos verdaderos de jamon para perros*. Disponible en World Wide Web: <http://www.tiendanimal.es/huesos-verdaderos-jamon-para-perros-p-4482.html>