

## Cirugía Plástica Ibero-Latinoamericana

Cirugía Plástica Ibero-Latinoamericana

ISSN: 0376-7892

ciplaslatin@gmail.com

Sociedad Española de Cirugía Plástica,

Reparadora y Estética

España

Montón Echeverría, J.

Validación de un nuevo método de análisis digital de superficies

Cirugía Plástica Ibero-Latinoamericana, vol. 32, núm. 2, junio, 2006, pp. 71-82

Sociedad Española de Cirugía Plástica, Reparadora y Estética

Madrid, España

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=365533803001>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en [redalyc.org](http://redalyc.org)

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal  
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

# Validación de un nuevo método de análisis digital de superficies

## Validation of a new technique in surface digital analysis

Montón Echeverría, J.\*



Montón Echeverría, J.

### Resumen

En la práctica clínica diaria rara es la situación en que el cirujano plástico no toma fotografías en las que incluye una regla para referenciar el tamaño de lo retratado. En muchas ocasiones la fotografía intenta reflejar un área determinada (un tumor cutáneo o colgajo, por ejemplo). Sin embargo, la medición exacta de dicha superficie prácticamente nunca se lleva a cabo.

Por otra parte, existen situaciones en cirugía experimental en las que es imprescindible calcular con precisión este tipo de datos.

El presente trabajo refleja la ideación, desarrollo y validación de un método innovador y asequible para el estudio digital de superficies, así como su aplicación práctica por parte del cirujano plástico.

### Abstract

Our daily practice as plastic surgeons makes us obtain graphic documents where we use simple rulers to compare sizes or lengths. Frequently a photograph shows a precise area (vg. a cutaneous tumour or a flap) but its exact measurement is rarely performed. Additionally, in experimental surgery, it is essential to calculate these data accurately.

The objective of the present article is to express the idea, development and validation of an innovative method for surface digital study as well as its use in the plastic surgeon practice.

**Palabras clave** Cirugía Plástica. Interpretación de imágenes, asistida por ordenador. Experimentación animal

**Código numérico** 14, 19, 106, 1420

**Key words** Plastic Surgery. Image interpretation, computer-assisted. Animal experimentation

**Código numérico** 14, 19, 106, 1420

\* Facultativo Especialista en Cirugía Plástica, Estética y Reparadora. Sección de Cirugía Plástica y Reparadora. Complejo Hospitalario Universitario de Albacete. Albacete (España).

El trabajo ha sido galardonado con el Premio de Residentes de la XIX Reunión de la Sociedad Vasco-Navarra-Riojana-Aragonesa de Cirugía Plástica (Bilbao, España, noviembre de 2004); con el Premio de Residentes en el XL Congreso de la Sociedad Española de Cirugía Plástica Reparadora y Estética (La Coruña, España, junio de 2005) y con el Premio de Residentes del XVI Congreso Internacional de la FILACP (Buenos Aires, Argentina, marzo de 2006).

## Introducción

*“Non nova, sed nove”*

La importancia que el aspecto tiene para el cirujano plástico no es discutible; no en vano nuestro título de especialistas incluye la palabra “estética”, palabra que deriva del griego y que significa “sensible”, y denota la extrema predilección por la belleza que todos, especialmente nosotros, buscamos con nuestro quehacer diario.

Y aunque la belleza no sólo es exterior, es la única que podemos modificar, y es la que queda plasmada en las fotografías que continuamente obtenemos de nuestros pacientes.

Es indudable la relevancia que tiene la fotografía en nuestro trabajo. La empleamos para el pre, el intra y el postoperatorio; la utilizamos también en el estudio de los casos; y a veces nos es útil para obtener datos concretos a partir de ella.

Es habitual tomar fotografías de lesiones o tumores con una regla como referencia (Fig. 1). Sin embargo, no vamos más allá, nunca obtenemos el valor exacto de aquello que fotografiamos. ¿Por qué quedarnos a medias?

Imaginemos que quisiéramos comprar un libro, y lo que nos vendan sea éste con las tapas en blanco más un anexo con el título y un rotulador para que seamos nosotros mismos quienes lo escribamos. ¿No resulta ridículo? ¿Por qué conformarnos, entonces, con la lesión y la escala y no dar un paso más?

El presente trabajo desarrolla un método válido, rápido, barato y fiable para completar nuestra tarea: estudiar la extensión de lo que fotografiamos a partir de nuestra imagen digital y su posterior procesamiento en un ordenador personal.

### ¿Por qué un nuevo método?

El proyecto de tesis doctoral en el que actualmente trabajo estudia la supervivencia de colgajos microquirúrgicos en animales de experimentación. Debía medir con exactitud las áreas de necrosis y supervivencia, de forma que pudiese comparar grupos de tratamiento. Tenía que buscar un método exacto, que me permitiera comparar las dimensiones del área necrótica con respecto al colgajo inicial, y con respecto al tamaño de la rata (Fig. 2).

Los avances en imagen (ahora, prácticamente siempre hablamos de imagen digital) aplicados a la medicina hacen posible exhaustivos estudios del cuerpo humano (1-5) sin embargo, a menudo encarecen sobremanera el proceso final de diagnóstico y tratamiento del paciente. La literatura médica se centra en estudios con imágenes tridimensionales (6, 7) y cálculo de áreas quemadas en modelos estándar (6-8). Los instrumentos que aportan los sistemas morfométricos se centran más en el nivel celular (9), y son de aplicación habitual en especialidades como Anatomía Patológica; también son herramientas útiles en ciencias morfológicas básicas como la Neuroanatomía. Ninguno de estos métodos era adecuado ni aplicable.

Sin embargo, el problema está resuelto a otros niveles. Cartógrafos y topógrafos utilizan fotografías aéreas para medir distancias y calcular áreas (10-12). El objetivo fue desarrollar un sistema similar pero aplicado a las necesidades de un cirujano plástico.

### Método de Análisis Digital de Superficies (MADS)

Podemos establecer un paralelismo lógico entre la representación en papel de una proyección cartográfica y una fotografía digital como representación de la superficie a estudiar. La distorsión inherente a toda representación depende de la localización del punto de vista, la del propio plano de proyección y la estructura de lo estudiado (10). Una buena proyección debe tener dos características, que conserve las áreas y que conserve los ángulos. Desgraciadamente no es posible cumplir al mismo tiempo las dos (¡sería como hallar la cuadratura del círculo!), por lo que hay que buscar soluciones intermedias. Una fotografía de una superficie se basa en una proyección escenográfica (12). Se trata de un sistema de representación que acarrea una mínima distorsión alrededor del punto de referencia.

Así pues, tenemos que asimilar varios conceptos (Tabla I):

1. En lugar de estudiar el planeta vamos a estudiar un ser vivo.
2. No vamos a calcular la superficie terrestre, sino la superficie irregular de un animal.
3. Como medio de obtención de imágenes utilizaremos una cámara fotográfica digital, en lugar de un satélite.

Tabla I. Paralelismo entre sistemas de imagen cartográficos y el MADS.

	CARTOGRAFÍA	MADS
Objeto de estudio	Superficie terrestre	Superficie biológica
Obtención de imagen	Satélite	Cámara digital
Estructura de referencia	Elementos arquitectónicos estándar	Regla en centímetros



Figura 1. Sistema ‘tradicional’: toma de fotografía con una regla como referencia. Este sistema no permite ningún tipo de comparación objetiva, ya que el tamaño de lo que queremos medir no es sino una intuición visual.

4. Como estructura de referencia en la medición no emplearemos canchas de tenis ni campos de fútbol, sino una regla en centímetros que nos servirá para elaborar nuestra escala.

Desarrollando un método que nos permita hacer lo que acabamos de describir estaremos ante un sistema de medición de superficies. Si logramos programar un ordenador para que automatice el proceso de obtención de la imagen y su cálculo estaremos ante un sistema de medición digital de áreas. Pero si aprovechamos nuestro programa informático no sólo para hacer un cálculo sencillo sino para medir distancias o determinar ángulos nos haría llegar al final de nuestro camino: no sólo medimos las superficies, sino que podemos comparar datos, calcular cuántos elementos existen en nuestra área (densidades), calcular tonalidades y cambios de color (análisis cromático)... Ya no sólo medimos superficies, sino que las analizamos: de ahí el nombre del MADS (Método de Análisis Digital de Superficies).

El fundamento del MADS ya está claro: diseñar un sistema de obtención de imágenes digitales que permita, mediante un programa informático y un sistema de referencia, realizar los cálculos que necesitemos. Veamos las características concretas que lo componen así como su funcionamiento.

### Elementos básicos del MADS

El sistema y sus características se enumeran en la tabla II, y se representan en el gráfico 1. A grandes rasgos, el MADS está compuesto por un sistema de entrada (cámara digital para la obtención de imágenes) y una unidad de procesamiento (el ordenador personal).



Gráfico 1. Esquema simplificado de funcionamiento del sistema MADS.

### Consideraciones previas

Antes de comenzar es importante tener en cuenta tres aspectos:

1. Debe existir una mínima distorsión entre el sistema de referencia y la superficie que queremos medir. Cuanto más cerca esté la referencia de la superficie, tanto mejor. Por ello, si utilizamos una regla plana, habrá que colocar ésta en contacto directo con la superficie (Gráfico 2).

2. Ambos elementos, la referencia y la superficie, deben encontrarse paralelos a la cámara fotográfica. De esta forma evitamos distorsiones periféricas al punto central de enfoque que alterarían el resultado real. Queremos una proyección estrictamente escenográfica (10)

3. Sólo se aceptan fotografías enfocadas, de nuevo para evitar distorsiones. Las cámaras actuales nos avisan en caso contrario.

Una vez hecho esto, describir el proceso que seguiremos es muy sencillo:

1. Colocar la referencia sobre la superficie a medir.
2. Enfocar la cámara desde un plano perpendicular a ambos elementos.

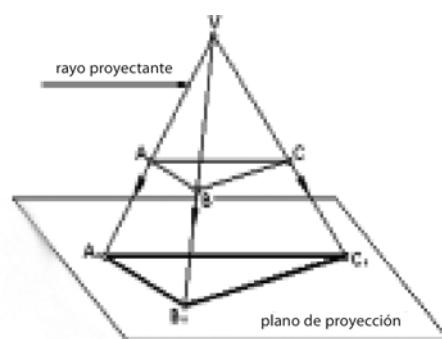


Gráfico 2. Proyección correctamente realizada, pero distorsionada debido a que el plano proyectado se encuentra demasiado alejado del plano de proyección.

3. Tomar una fotografía en modo macro a la resolución señalada.
4. Transferir dicha imagen a nuestro ordenador. Realizar algún ajuste si precisa.
5. Introducirla en AutoCAD y ejecutar el programa auxiliar.

La propia cámara fotográfica nos servirá de ayuda para asegurarnos de la perpendicularidad con respecto a la superficie a medir; normalmente, de no encontrarse en esa posición, nos avisará diciendo que la imagen no está enfocada.

### **Programación del MADS**

El procesamiento dentro del programa AutoCAD se lleva a cabo programando una pequeña rutina en lenguaje AutOLISP. El diagrama de flujo simplificado se muestra en el Gráfico 3, y su código fuente en el Gráfico 4. En el Gráfico 5 podemos apreciar el programa en funcionamiento.

## **Material y método**

Se realizaron múltiples pruebas para verificar la validez del MADS. La idea consistía en medir repeti-

damente áreas de tamaños conocidos y ver si los resultados coincidían con la realidad (13). Las comprobaciones se sucedieron en tres fases: la fase 1 consistió en verificaciones sencillas, la fase 2 se centró en tamaños mayores y en la fase 3 se depuró la técnica y se dejó lista para su empleo práctico. Finalmente, se dio paso a una última fase, la número 4, en la que el sistema fue sometido a evaluación por parte de dos cirujanos voluntarios para ver reproducibilidad y facilidad de manejo.

En la **fase 1** se emplearon una rejilla de 5x5 cm con marcas en cada unidad, así como un círculo de 4 cm de diámetro. Se programaron mediciones repetidas de distintas áreas (20 mediciones cada vez) y se comparó la media de los resultados con el valor de referencia. Fueron aplicadas las pruebas de normalidad y homocedasticidad proporcionadas por el paquete estadístico SPSS 12.0 (SPSS Inc., Chicago, Illinois), así como la prueba t de Student de una sola muestra. Como valor de significación estadística se aceptó una  $p<0,05$ , aceptándola como muy significativa cuando  $p<0,01$ .

En la **fase 2** se empleó un CD-ROM estándar de 12 cm de diámetro y un folio DIN A-4 de 21x30 cm. El

**Tabla II. Descripción de los elementos del MADS.**

<b>Obtención de los datos</b>	Cámara digital FinePix F420 (Fuji Photo Film, Co. Ltd.)	1280x960 px 72 ppp Modo macro Flash forzado Resto de parámetros automáticos
<b>Sistema de referencia</b>	Regla desechable plana en centímetros	
<b>Procesamiento</b>	PC AMD Athlon 2800+ Windows® (Microsoft Corporation).	Monitor 17'', alta resolución
	IrfanView 3.92 (© Irfan Skiljan) AutoCAD 2005 (Autodesk Inc., 111 McInnis Parkway, San Rafael, California)	Retoque de las imágenes (rotación...) Programa de ingeniería

**Tabla III. Resultados obtenidos en la fase 1 de la validación del MADS**

Tamaño	Área Esperada (cm <sup>2</sup> )	Área Observada	IC 95%
1x1	1	1,00	(0,97 ; 1,04)
2x1	2	1,99	(1,42 ; 2,56)
3x2	6	6,01	(5,95 ; 6,08)
4x3	12	11,99	(11,17 ; 12,83)
5x5	25	25,18	(24,10 ; 26,26)
Círculo	50,26	50,72	(47,22 ; 54,22)

objetivo era conseguir 30 mediciones de cada elemento, y probar así su efectividad para superficies de mayor tamaño. Las pruebas estadísticas empleadas fueron similares a las de la fase 1.

En la **fase 3** se repitieron las pruebas de la fase 2, verificando la validez de los resultados y corrigiendo errores de la rutina informática.

En la **fase 4** se contó con la colaboración de dos cirujanos más. Las superficies sometidas a estudio fueron similares a las fases anteriores: cuadrados de 1x1 y 4x4, círculo de 4 cm, CD-ROM y DIN A-4. Repitieron el proceso hasta alcanzar un total de 30 mediciones cada uno. Los sujetos de estudio se eligieron entre compañeros cirujanos con conocimientos bajos de informática. Se explicó el método detenidamente y se les emplazó a realizar la totalidad del proceso (adquisición de la imagen, transferencia al ordenador personal, análisis del área). Se anotaron los resultados obtenidos, así como el tiempo empleado en cada ejercicio (Gráfico 6).

Se compararon los valores obtenidos en las mediciones para ver la concordancia entre observadores.

## Resultados

Los resultados de las mediciones de la fase 1 se muestran en la Tabla III. Los de la fase 2 en la tabla IV.

Las muestras pasaron las pruebas de normalidad requeridas para aplicar el test de la t-Student de una muestra. Este test no encontró diferencias estadísticamente significativas en ningún caso entre la media de áreas observadas y las esperadas.

Los valores encontrados distaban muy poco del valor real de cada superficie medida (Gráfico 7). La media de diferencias ascendía en el apartado correspondiente a las medidas del círculo, sin llegar a ser relevante (0,91% del valor real como media).

En el Gráfico 8 se muestra una nube de puntos que relaciona la diferencia entre el valor observado y el esperado con el tamaño de la referencia utilizada (14). Se aprecia una disminución progresiva de la diferen-



Figura 2. Colgajo abdominal en rata Wistar empleado en el estudio experimental. Se hacía imprescindible la cuantificación exacta de la isla cutánea del mismo para comparar grupos de tratamiento.

cia de valores conforme aumentamos el tamaño de nuestra referencia.

En cuanto a los resultados de la última fase del estudio, el tiempo medio para la realización de cada medida fue de 92 segundos (IC al 95%: 72-112). Se observó un tiempo aumentado en los casos de medida del CD-ROM, pero las diferencias con otros grupos no llegaron a tener significación estadística.

En el Gráfico 9 se presenta la media contra la diferencia de Altman y Bland para los valores de los dos observadores.

El coeficiente de correlación intraclass (ICC, *intra-class correlation coefficient*) obtenido es de 1 (IC al 95%: 1 a 1), con una significación de  $p<0,001$ .

## Discusión

### La rutina informática

AutoCAD no está preparado *per se* para procesar la imagen que le hemos proporcionado (15). Hay que decirle qué es lo que queremos que haga con la fotografía, y para ello hace falta programar. Su lenguaje de programación básico es AutoLisp (VisualLISP), una variante del lenguaje de alto nivel LISP. LISP (LISt Processing, *procesamiento de listas*) fue creado en 1958 como herramienta para el desarrollo de apli-

Tabla IV. Resultados de la fase 3 de validación del MADS.

	Esperado (cm <sup>2</sup> )	Observado (n=30)			t de Student	
		Media (cm <sup>2</sup> )	DE	Normalidad	Asim.	Curtosis
CD	113,09	113,11	3,88	K-S n/s	Sim.	MS
DIN A-4	630	631,84	7,7	K-S n/s	Sim.	MS

Asim.: asimetría. DE: desviación estándar. K-S: prueba de Kolmogorov-Smirnov. n/s: no significativo.

Sim.: simétrica. MS: mesocúrtica.



Figura 3. Aplicación práctica del MADS. Valoración prequirúrgica de defectos.

caciones de inteligencia artificial; es el segundo lenguaje de programación más antiguo de los vigentes en la actualidad (15).

Los ordenadores son seres poco inteligentes: manejan muchos datos a gran rapidez, pero hay que decirles qué hacer con tanta información. Es por ello que tenemos que programarlos. Un programa informático son una serie de instrucciones que le dicen al ordenador qué ha de hacer.

Nuestra rutina informática no es más que una traducción a lenguaje LISP del proceso lógico que hay que seguir para delimitar el área a estudiar, establecer la referencia y realizar el cálculo final.

Es importante señalar que, en caso de utilizar otros entornos de programación diferentes a AutoCAD, la “traducción” deberá ser diferente, y habremos de programar en otros lenguajes. Es por ello que el MADS se acoge a las directrices del “software de dominio público”: se ofrece el código fuente, y éste puede distribuirse, modificarse y utilizarse libremente. Únicamente se debería mencionar la fuente original.

### Pruebas de validación

A la luz de los resultados iniciales podemos asegurar que el MADS, además de parecer válido, se muestra muy exacto. La magnitud del error cometido en la medición es prácticamente despreciable. Este error aumenta en caso de que exista una gran disparidad entre el sistema de referencia y el área a medir (Gráfico 7). Es decir: si queremos delimitar una superficie grande tenemos que seleccionar una referencia de tamaño igualmente grande. De ahí que podamos deducir que el sistema no sólo es válido, sino que es altamente preciso.

Un tiempo de procesado ajustado es fundamental a la hora de implantar en la práctica cualquier técnica novedosa. Muchos son los aparatos o instrumentos nuevos cuyo uso se abandona por la dificultad que entraña su manejo o la lentitud del proceso. En nuestro caso, el tiempo empleado en procesar cada imagen es corto (92 segundos de media), si bien aumenta conforme lo hace la dificultad de la superficie a dibujar.

Una primera aproximación para hallar la concordancia entre los dos observadores la constituye la

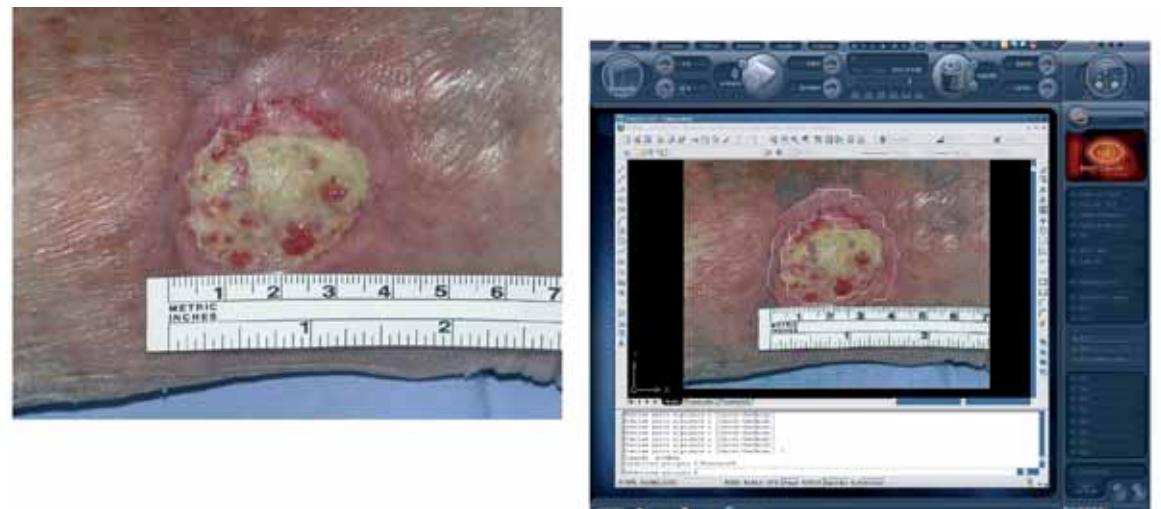


Figura 4. Aplicación práctica del MADS. Evolución clínica de lesiones.

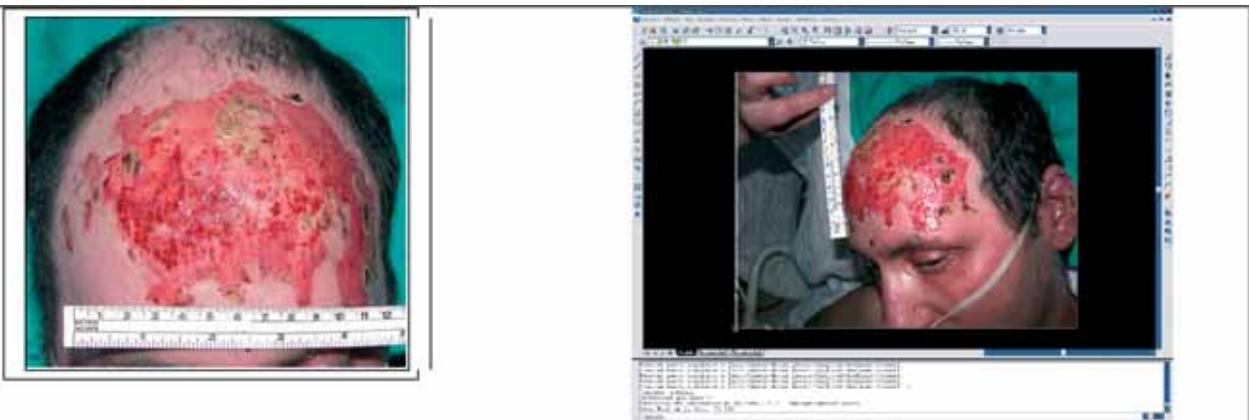


Figura 5. Aplicación práctica del MADS. Control del gasto sanitario.

diferencia entre mediciones de cada observador (0,41 cm), si bien es un dato que no nos aporta demasiado en cuanto a las características propias de cada uno de ellos. Habrá que completarlo con pruebas más informativas, como son la representación de la diferencia frente a la media de Altman y Bland y el coeficiente de correlación intraclass (ICC) (14, 16). No son de aplicación ni el estadístico *kappa* (útil sólo en variables cualitativas) ni el coeficiente de correlación de Pearson (mide correlación, no concordancia) (17).

El gráfico de Altman y Bland muestra una nube de puntos cuyo eje de abscisas corresponde a las medias entre las medidas de los observadores; el eje de ordenadas representa la diferencia entre esas mismas observaciones. Visualmente los valores se distribuyen por igual a ambos lados de la línea correspondiente a la media, por lo que podemos asegurar que la concordancia entre los dos observadores es buena y no hay error sistemático.

El ICC intenta paliar las limitaciones que el coeficiente de correlación de Pearson tiene en este tipo de estudios. Partimos del supuesto de igualdad de medias

y varianzas, si bien en cualquier caso contamos con muestras de 30 observaciones. El ICC, teóricamente, agrupa tres variabilidades: la debida al objeto de medición, la debida al observador y la debida a la propia medición. Como todo índice, un ICC aceptable se sitúa entre 0,4 y 0,75, reservándose la calificación de excelente cuando es mayor de 0,75. En nuestro caso el ICC es igual a 1; esto equivaldría a decir que la correlación entre ambos observadores es excelente. Por tanto, nuestro método además de ser válido, es altamente fiable.

#### Aplicaciones del MADS

El estudio de validación del MADS no es más que el paso previo para poder aplicarlo. Se presentan a continuación una serie de aplicaciones prácticas inmediatas del mismo.

#### Valoración prequirúrgica de defectos

Aplicando el MADS podemos conocer preoperatoriamente la extensión que tendrá un defecto cutáneo



Figura 6. Aplicación práctica del MADS. Estudios antropométricos de baja complejidad. El MADS se puede emplear para trazar líneas de referencia y medir distancias simples (no relieves).

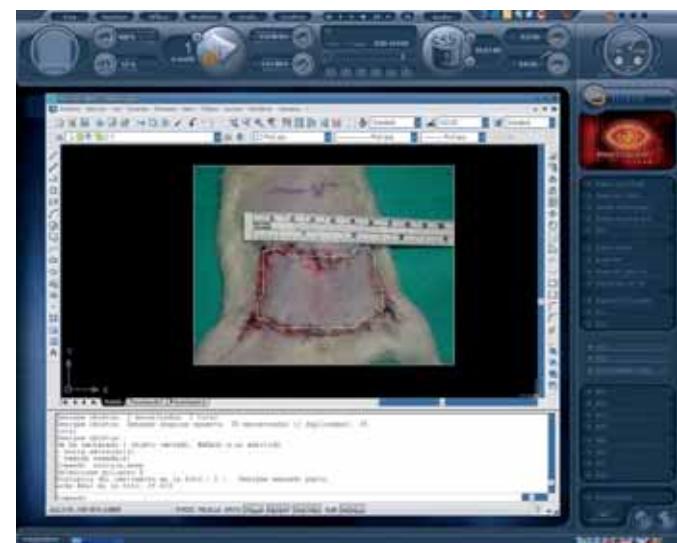


Figura 7. Cuantificación de isla cutánea de colgajo libre. Proyecto de tesis doctoral.



Gráfico 3. Diagrama de flujo simplificado de la rutina programada en AutoLISP.

después de realizar una determinada maniobra quirúrgica. El ejemplo típico puede verse en la Figura 3: una úlcera que precisa desbridamiento en superficie y en profundidad, y que necesitará una cobertura adecuada. Podemos saber exactamente la cantidad de tejido que necesitaremos, de forma que el colgajo de cobertura nunca será pequeño.

#### Evolución clínica de lesiones cutáneas

En el seguimiento clínico de la práctica totalidad de las lesiones cutáneas es frecuente designar el tamaño de las mismas por su diámetro máximo. Aplicando el MADS podemos seguir exactamente la evolución clínica de este tipo de lesiones (Fig 4).

El MADS puede emplearse del mismo modo que otros sistemas de epiluminiscencia digital o dermatoscopia, ofreciendo la ventaja de su bajo costo.

#### Control de costes

El MADS puede contribuir a optimizar gastos (Fig 5). Si analizamos la superficie que debemos cubrir con un apósito o un sustituto dérmico podemos ajustar al máximo el producto que empleamos, y de esta manera ceñirnos a las unidades estrictamente indispensables.

#### Estudios antropométricos

Es posible utilizar el MADS para la realización de mediciones simples en las que no sea preciso controlar exhaustivamente el marco óseo; en este sentido, la toma de medidas y distancias en la cirugía mamaria o el estudio de asimetrías faciales (Fig. 6), por poner dos ejemplos, se facilitan enormemente, permitiendo al cirujano disponer de todo el tiempo que necesite durante el estudio, sin tener que ocupar tiempo de consulta.

```

; MADS (Método de Análisis Digital de Superficies
; Programado por Javier Montón
; El programa se ofrece como dominio público. Puede utilizarse y modificarse libremente,
; citando siempre la fuente original del mismo.

(defun c:MADS (/ pol Dis Coef)
  (setq "cmdecho" 0)
  (prompt "\nMADS, by xametxe")
  (or Dis$ (setq Dis$ 1.0) or Coef$ (setq Coef$ 1.0))
  (if (and (setq pol (car (entsel "\nSelecciona el polígono:")))
            (member (cdr (assoc 0 (entget pol))) '(POLYLINE "LMPOLYLINE" "CIRCLE" "ELLIPSE" "REGION")))
      (progn
        (if
          (null (setq Dis (getdist
                           (strcat "\nReferencia en la foto: " (rtos Dis$ 2) " >: ")))
            (setq Dis Dis$)
            (setq Dis$ Dis))
        ) ;c.if
        (setq Coef (getint "\nCoeficiente (¿cuántos centímetros has seleccionado?): "))
        (vl-cmdf ".AREA" "0" pol)
        (setq areaPol (getvar "AREA")
              areaPol (/ areaPol (* Dis Dis$)))
        (prompt (strcat "\nÁrea Real en la foto: " (rtos areaPol 2)))
        (prompt (strcat "\nÁrea Foto corregida por coeficiente: " (* areaPol Coef Coef)))
      ) ;c.prg
      (prompt "\nNo ha seleccionado objeto u Objeto no válido para calcular su área.")
    ) ;c.if
  (princ)
) ;c.defun
  
```

Gráfico 4. Desarrollo del programa MADS en AutoLISP. Las fechas señalan las líneas de código añadidas o modificadas. Se ofrece el código fuente bajo licencia de "software de dominio público".

La principal ventaja sobre otros sistemas es su facilidad y rapidez, su bajo coste y la ausencia total de radiación para el paciente.

Por otro lado, se puede emplear el mismo sistema para explicar al paciente aspectos importantes de la intervención o problemas derivados de su propia constitución.

#### *Estudios experimentales*

El MADS nació para ser útil precisamente en un trabajo experimental (Fig. 7). Las posibilidades de aplicación van desde el análisis de colgajos en ratas hasta la correlación del tamaño de perforantes con su isla cutánea.

#### *Ventajas y Desventajas del MADS*

El MADS se presenta como un método desarrollado para ser exacto, rápido y barato, y constituyen estos mismos principios sus mayores virtudes.

El desarrollo del mismo se ha hecho empezando desde cero, lo que ha permitido ir construyéndolo siguiendo estas tres premisas:

–Utiliza programas informáticos mundialmente extendidos.

–Los medios materiales (ordenador, cámara fotográfica digital) no son caros, y forman parte de la vida ordinaria de prácticamente todos los cirujanos plásticos.

–El tiempo de adquisición y análisis de las imágenes, una vez conocido y entrenado el método, es muy rápido.

–Al trabajar con valores absolutos, podemos realizar estudios de comparación entre grupos de imágenes.

–Parte de la imagen del objeto real, y no de modelos basados en dimensiones estándar (5, 7)

–Permite el análisis de superficies geométricas irregulares, hecho que lo diferencia de otros métodos (7)

La dificultad del MADS reside en su comprensión inicial, una vez superada ésta es fácil automatizar la tarea.

Además, el MADS no supone la utilización de radiaciones ionizantes de ningún tipo.

Las desventajas del MADS son también claras:

–En principio, es muy sensible a cualquier alteración. Esto implica que si tomamos la fotografía erróneamente o cometemos cualquier pequeño error en la elección de la referencia o en la propia área, el resultado distará en mayor o menor medida de la realidad, pero no será exacto.

–La curvatura de las superficies a analizar debe ser limitada. Se podría iniciar un estudio que intentase

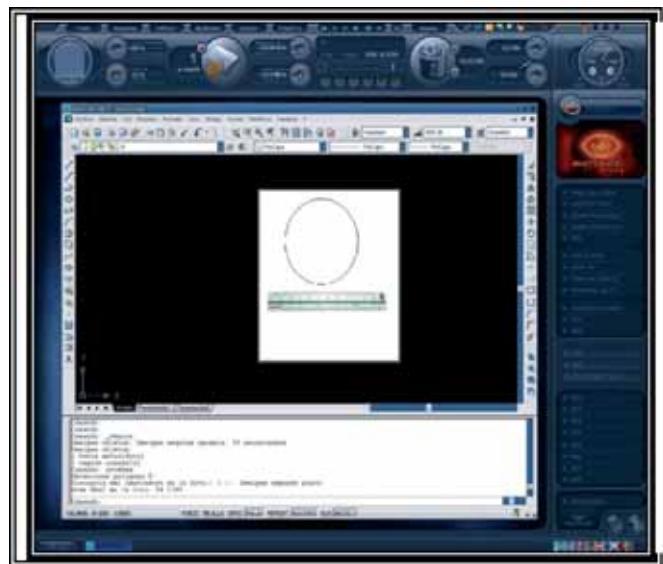


Gráfico 5. MADS en funcionamiento.

HOJA DE RESULTADOS DEL M.A.D.S.				
Cuadrícula 1x1	1 <sup>ª</sup> medida	Tiempo (s)	2 <sup>ª</sup> medida	Tiempo (s)
	1 <sup>ª</sup> medida	Tiempo (s)	2 <sup>ª</sup> medida	Tiempo (s)
Cuadrícula 4x4				

Gráfico 6. Detalle de la hoja de resultados de la fase 4.

correlacionar la curvatura de las zonas a estudiar con el error que se comete, de forma que se llegase a algún tipo de coeficiente de corrección.

–Siguiendo con el razonamiento del punto anterior, el MADS sólo es útil para estudiar superficies; no es útil para contornos ni análisis en profundidad.

## Conclusiones

El método descrito en el presente trabajo se basa en adquirir imágenes digitales con un sistema de referencia que permite, tras procesarlas en un ordenador personal, calcular áreas, determinar regiones, comparar estructuras, etc., y se ha desarrollado como alternativa de bajo coste y fácil implantación ante la necesidad de este tipo de análisis. Es sencillo de comprender, sensible, y tan preciso que podría adoptarse incluso como sistema de referencia en otras aplicaciones.

Es útil para el estudio de superficies, por tanto para el trabajo en dos dimensiones. No está preparado para asimilar el componente de profundidad, y la curvatura de las áreas a medir debe ser limitada o nula.

Se ha demostrado su capacidad para ser empleado

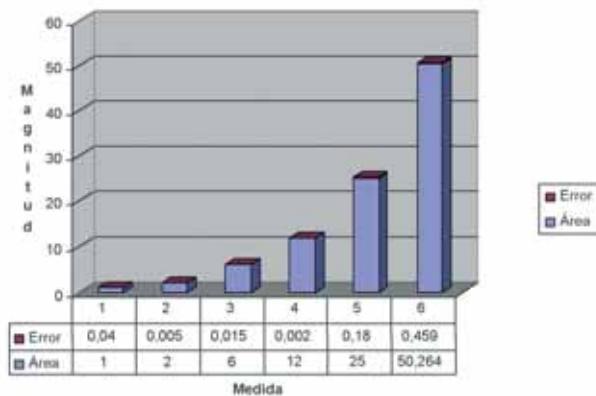


Gráfico 7. Representación de la magnitud del error cometido en cada medición con respecto al área real.

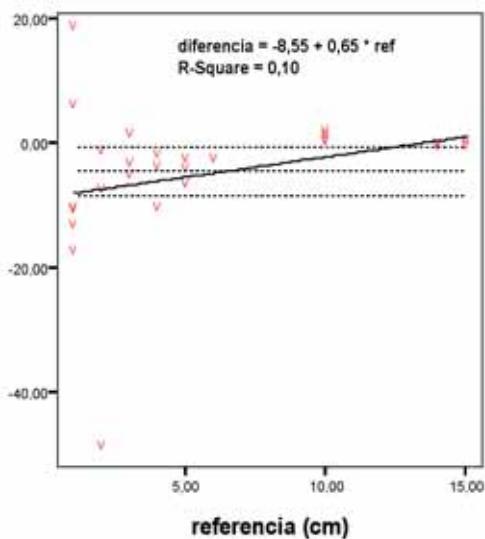


Gráfico 8. Nube de correlación entre el tamaño de la referencia y la diferencia entre el valor observado y el esperado. Vemos que, a menor tamaño de la referencia, mayores son las diferencias. La línea continua representa la recta de regresión entre ambas variables. Las líneas discontinuas representan la media y los límites superior e inferior del intervalo de confianza al 95%. Se aprecia que la diferencia con referencia de gran tamaño (14-15 cm) se sitúa cercana al 0.

en superficies dentro de los rangos que habitualmente manejamos, tanto en clínica como en cirugía experimental. El método de validación inicial del MADS ha puesto de manifiesto su capacidad de análisis de lesiones cutáneas, control de úlceras y valoración de la supervivencia de colgajos, entre otros. Las pruebas de contraste del método han demostrado su capacidad para ayudar al cirujano plástico en situaciones y casos cotidianos.

Los medios materiales necesarios están lo suficientemente extendidos como para no suponer un desembolso importante. El 'software' necesario puede obtenerse fácilmente e incluso puede ser gratuito. El propio código del MADS, programado por el autor del trabajo, se distribuye bajo licencia de "software de dominio público", por lo que puede utilizarse, difun-

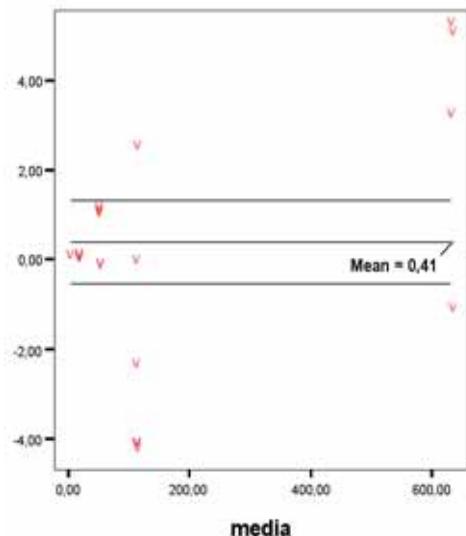


Gráfico 9. Gráfico de la media contra la diferencia de Altman y Bland. La línea central representa la media; las otras dos líneas, los límites de su intervalo de confianza al 95%.

dirse e incluso modificarse libremente, citando la fuente inicial.

Serían necesarios nuevos estudios con aplicación para tamaños diferentes (por ejemplo, el estudio de la superficie corporal quemada, empleando distintos tamaños de imagen, diferentes resoluciones o incluso fotografía múltiples), así como automatizar aún más el proceso descrito de forma que la intervención directa del cirujano fuera menor y disminuyese el llamado "factor humano" y, por tanto, la posibilidad de error.

### Evolución lógica del MADS

La evolución lógica del análisis de superficies es su orientación hacia las tres dimensiones. El programa que empleamos, AutoCAD, permite el trabajo en 3D, pudiendo usar los mismos principios básicos descritos en el presente trabajo pero añadiendo el concepto de profundidad.

Actualmente se encuentran en desarrollo varios sistemas de análisis tridimensional de aplicación inmediata en Cirugía Plástica, especialmente en la valoración de la superficie afecta en grandes quemados: SAGE IIc (SageDiagram, LLC., Portland, Oregon), 3D BurnVision o BurnCase 3D Core (Upper Austrian Research GmbH) son sólo unos ejemplos. El principal defecto de todos ellos es que nunca pueden realizar un cálculo exacto de las áreas quemadas, ya que no se basan en adquirir imágenes reales exclusivamente sino que parten de modelos corporales predefinidos; del mismo modo que los métodos tradicionales (diagramas de Lund Browder, regla de los nueve, etc.), no dejan de ser aproximaciones de la realidad. Sin embargo, un cálculo exacto de las áreas quemadas es

fundamental para establecer criterios y pautas de resuscitación hidroelectrolítica, a fin de evitar yatrogenia, como sistema de clasificación en índices (ABSI...) y de cara al pronóstico vital (4, 18).

Con toda probabilidad, el siguiente paso consistirá en mejorar el sistema de adquisición de las imágenes. En este sentido, la posibilidad de adaptar escáneres con haces de luz blanca (LASS), infrarroja (Hamamatsu BS Scanner) o tipo láser (TC<sup>2</sup> System) para trazar el contorno corporal (2) se erigen como robustas alternativas a los métodos clásicos como la cámara fotográfica digital, la TC o la RMN, con indudables ventajas de rapidez y ausencia de efectos nocivos (19).

## Agradecimientos

A los doctores Jokin de Irala y Miguel Ángel Martínez (Departamento de Epidemiología y Salud Pública, Universidad de Navarra), por sus siempre valiosas sugerencias en éste y otros trabajos.

## NOTA

–El autor declara no tener ningún tipo de relación comercial ni de ninguna otra clase con ninguno de los distribuidores de software ni fabricantes de dispositivos mencionados a largo plazo.

–Los programas informáticos empleados se encuentran protegidos por sus respectivos derechos de autor (*copyright*) y se trata de productos comerciales con sus propias marcas registradas.

## Dirección del autor

Dr. Javier Montón  
Cirugía Plástica y Reparadora  
Hospital Nuestra Señora del Perpetuo Socorro  
C/ Seminario 4  
02006 Albacete. España  
e-mail: drmonton@ono.com

## Bibliografía

1. BurnCase 3D. profesionelle 3D Dokumentation von Verbrennungsverletzungen. Upper Austrian Research Group GmbH 2004 (enlace web).
2. Buxton B, Dekker L, Douros I, Vassilev T. "Reconstruction and interpretation of 3D whole body surface images". Department of Computer Science. University College London (enlace web).
3. Temkin B, Stephens B, Acosta E, Wei B, Hatfield P. "Virtual body structures". Texas Tech University (enlace web).
4. Yowler CJ, Fratianni RB. "Current status of burn resuscitation". Clin Plast Surg 2000; 27(1):1
5. Dirnberger J et al. "Modelling human burn injuries in a three-dimensional virtual environment". Stud Health Technol Inform 2003; 94:52
6. Miller SF, Finley RK, Waltman M, Lincks J. "Burn size estimate reliability: a study". J Burn Care Rehabil 1991; 12(6):546
7. Neuwalder JM, Arch M, Sampson C, Breuing KH, Orgill DP. "A review of computer-aided body surface area determination: SAGE II and EPRI's 3D Burn Vision". J Burn Care Rehabil 2002; 23(1):55
8. Nichter LS, Williams J, Bryant CA, Edlich RF. "Improving the accuracy of burn-surface estimation". Plast Reconstr Surg 1985; 76:428.
9. Jiménez Arregui JA. "Importancia del CAD en bioingeniería". Apuntes UNED 2003
10. CEO. "Map Projections, Co-Ordinate Systems and GPS Centre for Earth Observation" (enlace web)
11. Snow M. "Georeferencing Principles" (enlace web)
12. Clarke KC. "Map Projection Home Page" Dr. Keith C. Clarke. Hunter College, City University of New York Texto e Imágenes (enlace web).
13. Martínez-González MA, De Irala J, Faulín Fajardo FJ. "Bioestadística amigable". Madrid: Díaz de Santos 2001
14. Bland JM, Altman DG. "Comparing methods of measurement: why plotting difference against standard method is misleading". Lancet 1995; 346:1085
15. Finkelstein E. "AutoCAD 2005 and AutoCAD LT 2005 Bible". Ed. Wiley 2004
16. Bland JM, Altman DG. "Detecting skewness from summary information". Br Med J 1996; 312:572
17. Bland JM, Altman DG. "Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement". Lancet 1986; 1:307
18. Hidvegri MA, Nduka C, Myers S, Dziewulski P. "Estimation of breast burn size". Plast Reconstr Surg 2004; 113(6):1591
19. Yu CY, Lo YH, Chiou WK. "The 3D scanner for measuring body surface area: a simplified calculation in the Chinese adult" Appl Ergon 2003; 34(3):273
20. Etayo JJ. "Proyección planar de superficies curvas". Matemáticas CNICE 2001
21. Tripodi S et al. "Measurement of body surface area in atopic dermatitis using specific PC software (ScoradCard®)". Ped Allergy Immun 2004; 15(1):89