

## **LA FOTOGRAMETRIA DIGITAL Y SU APLICACION AL COMPUTO DE LA VELOCIDAD, BASADO EN EL MODELO DE DEFORMACION.- PRESENTACION DE UN CASO PLANTEADO EN SEDE CIVIL.**

Mario Sergio Cleva – Gustavo Adolfo Enciso  
Instituto de Ciencias Criminalísticas y Criminología  
Universidad Nacional del Nordeste – Catamarca 375 – (3400) Corrientes – ARGENTINA  
clevamario@hotmail.com - [encisog@terra.com.ar](mailto:encisog@terra.com.ar)

### **ANTECEDENTES:**

El desarrollo pragmático de la Accidentología en el ámbito jurídico, civil y penal, ha ido adhiriendo en forma paulatina, una serie de inconvenientes que dificultan en gran medida la resolución íntegra de los cuestionamientos (puntos de pericias) que los juristas plantean a los Peritos, vinculados a un siniestro vehicular. Estos factores que dificultan la reconstrucción analítica del siniestro, no tienen todos la misma procedencia y causa, pero vician en forma conjunta a proceso de recolección de la información mínima y necesaria que requiere el Perito para la resolución del caso.

La gran cantidad de tiempo que transcurre desde el hecho hasta la realización de la pericia en sede civil, imposibilita al perito en la mayoría de los casos a poder examinar el o los rodados que, a la altura de esta etapa procesal, ya se encuentran reparados o simplemente ya no son posesiones de los protagonistas del evento.

La escasez de indicios recolectados por la prevención en el lugar de los hechos, en algunos casos, o la falta del personal idóneo que realice el íntegro relevamiento técnico de los indicios, constituyen otros de los factores que afectarán a la reconstrucción técnica analítica del siniestro en la etapa del proceso civil. Otro claro ejemplo radica en la gran cantidad de vehículos con sistemas ABS que son protagonistas de siniestros y cuyos indicios de frenado están ausentes o, en algunos casos, se encuentran presentes pero su duración es muy efímera.

Paralelamente a los hechos indicados, desde la década del 60, en siglo pasado, se ha ido aplicando en diversos casos, y según las circunstancias del mismo, el modelo de deformación para el calculo de la velocidad de un vehículo colisionado, (Emori, 1956) que fuera mejorado por diversos autores hasta el análisis que logra ajustar el modelo a una técnica práctica (Campbell, 1974). Sin embargo este modelo muy útil para auxilio de la reconstrucción analítica de un siniestro, como todo modelo físico, exigen siempre datos, y éstos están representado en un siniestro por los indicios. De esta manera, el modelo de deformación, cuyas aplicaciones tiene sus restricciones, exige medidas de deformación o mediciones del daño de la estructura del vehículo.

Esta última consideración restringe nuevamente el uso de este potente modelo, como técnica empleada para la reconstrucción analítica del siniestro, pues la obtención de las medidas de profundidad del daño, como dato fundamental para el cómputo, se ve comprometida en la práctica, debido justamente a imposibilidad de que el perito, en el proceso civil, pueda acceder a la unidad siniestrada para realizar las mediciones tal como lo sugiere la técnica empleada por Brown DR & col. 1987.

Este gran inconveniente es salvado en la actualidad mediante la aplicación de nuevos recursos tecnológicos que permiten la obtención de magnitudes de longitud a partir del tratamiento digital de un conjunto de fotografías ilustrativas del siniestro.

### **PRESENTACION DEL CASO:**

El caso del accidente que se indica, hace referencia a una colisión por alcance entre un vehículo Fiat Duna que colisiona sobre la parte trasera del un Renault 11, produciendo importantes daños sobre la estructura de ambas unidades. En el lugar del hecho se verificó una única huella de frenada (lateral) la cual se dedujo pertenecía al Duna, momentos antes del impacto con la otra unidad. Esto implicaba la dificultad de aplicar el modelo de la mecánica del punto y el principio de conservación de la cantidad de movimiento, para la verificación de la velocidad pos y pre impacto, por dos motivos principales. En primer orden, no era factible verificar las velocidades de salida o pos-impacto de cada uno de los rodados debido a la ausencia de huellas, y en segundo orden, la verificación de la velocidad de circulación mediante el cómputo por perdida de energía cinética

utilizando la única huella de frenada, según las características del medio y despreciando la energía absorbida por deformación, arroja resultados de velocidad incoherentes con las características del siniestro. En este punto, el Perito debía decidir entre no contestar el punto de pericia referente a conocer la velocidad de circulación de los rodados, o emitir un resultado muy por debajo de los valores físicos posibles.

Para solucionar el problema, el Perito debía valorar la energía disipada por el daño de colisión. La situación se tornaba óptima pues, luego de la colisión ambos rodados se trasladaron unidos lo que posibilitaba considerar la deformación de ambos rodados en forma conjunta siendo innecesario verificar en forma individual la energía disipada por cada vehículo, pues el cómputo de la energía perdida por deformación era introducido en un sistema de ecuaciones que posibilita verificar la velocidad de cada uno de los rodados intervinientes un instante antes de la colisión.

Sin embargo era necesario previamente a este análisis, estimar las magnitudes del daño de los rodados (que no estaban disponibles) y para alcanzar este objetivo, se recurrió a las técnicas de fotogrametría digital.

## METODOS Y MATERIALES

Podemos sintetizar la justificación y el fundamento de la metodología de la Fotogrametría Digital, como auxilio del cómputo en la estimación de la velocidad, en base de cualquier modelo físico que requiera magnitudes de distancia, en la siguiente secuencia:

1 - Dadas las características del siniestro, se define el modelo físico que permite inferir por medio del cálculo la velocidad de circulación de los rodados. Para el caso en particular se plantea el siguiente sistema de ecuaciones (Irueta V, 1996):

$$m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2 = v_c \cdot (m_1 + m_2)$$

$$\frac{1}{2} \cdot m_1 \cdot (v_1)^2 + \frac{1}{2} \cdot m_2 \cdot (v_2)^2 = E_f + E_d$$

Referencias :

$m_1$  masa del vehículo 1 (Duna)

$m_2$  masa del vehículo 2 (Renault)

$v_c$  velocidad pos impacto en común de los rodados

$v_1$  y  $v_2$  velocidad pre impacto de los rodados

$E_f$  pérdida de la energía por trabajo de fricción

$E_d$  pérdida de la energía por trabajo de deformación

En particular, el último dato no es posible calcular por debido a la imposibilidad de acceder a las unidades colisionadas.

2 - Se verifican los datos necesarios para el cómputo (indicios). Se reduce entonces el problema, a la obtención de las magnitudes de deformación de los vehículos.

3 - Se obtienen las copias de los vehículos colisionados del expediente y se procede a realizar la Reconstrucción Tridimensional de los vehículos deformados, usando los materiales y de acuerdo al procedimiento empleado por Cleva y Enciso (2001). Se construye así la parte deformada, como es ilustrado en la Fig. 1

4 - Una vez obtenido el gráfico tridimensional de las unidades dañadas, se exportan las imágenes con un formato dxf /3ds a algunas de las aplicaciones como 3Dmax ® o Stata 3D ®, donde se lo superpone a escala, sobre un modelo gráfico de la misma unidad sin deformación definiendo un área de deformación, usada para los cálculos posteriores (Fig. 2 y Fig. 3)

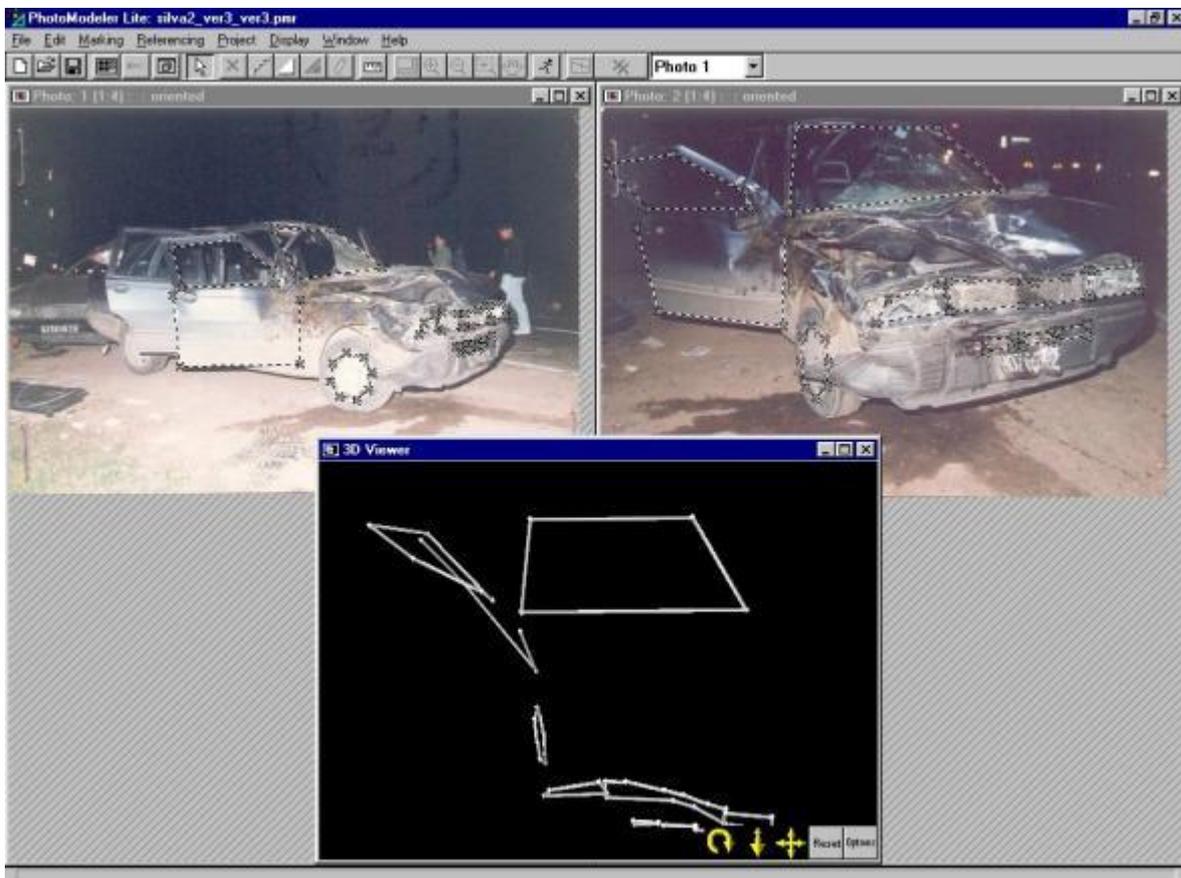


Figura 1: Construcción tridimensional de la porción deformada del vehículo usando Photomodeler Lite®



Figura.2: Superposición de los modelos en 3D Studio ®

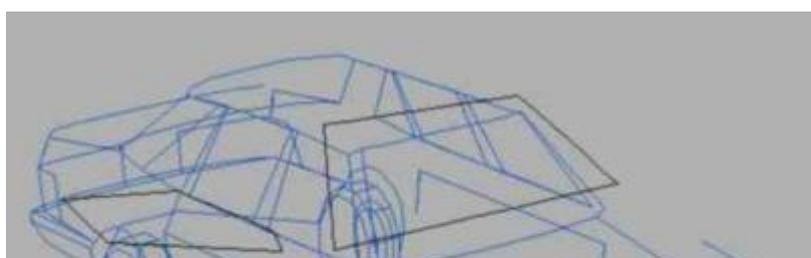


Figura 3: Imagen superpuesta de los modelos deformados y sin deformar.

## CONCLUSIONES

Las técnicas de Fotogrametría Digital, aplicadas a la tarea de la reconstrucción tridimensional de un vehículo dañado, constituyen en forma simultanea, una potente herramienta para el cálculo de la energía absorbida por deformación, y el único recurso disponible para completar el cómputo, cuando no es posible acceder a las unidades siniestradas.

El empleo de esta tecnología, va mas allá se su utilización en la circunstancia anterior indicada, pues el mismo viene a resolver al Perito, la problemática de la escasez de indicios, ya sea este producido por las diversas circunstancias que suele generarse entorno a la etapa instructiva, el técnico investigador del siniestro cuenta con la posibilidad de, a partir de un conjunto de fotografías del lugar del hecho, reconstruir los elementos intervinientes en el hecho, (vehículos, huellas, distancias) para extraer de los mismos aquellos datos indispensable que le posibilitará, desde la aplicación de su ciencia, dar respuesta a los cuestionamientos que se le realice en los puntos de pericia.

## BIBLIOGRAFIA

- Irureta V, 1996. "Accidentología Vial y Pericia".
- Cooper G., 1984. "Work, Energy, and Speed from Damage in Traffic Accidents"., Topic 870 of the Traffic Accident Investigation Manual.
- Emori, R.I,1968., "Analytical Approach to Automobile Collisions", SAE 680016,.
- Campbell KL, 1974. "Energy Basis for Collision Severity". Proceedings of the 3er International Conference of Occupant Protection. Michigan.
- Brown DR, Wiechel JF, Stansifer RL, Guenther DA, 1987. "Practical Application of Vehicle Speed Determination from Crush Measurements" en "Accident Reconstruction: Automobiles, Tractor-Semitrailers, Motorcycles and Pedestrians". Society of Automotive Engineers.
- Cleva MS, Enciso GA, 2001 "Aplicación de la Fotogrametría Digital en la Construcción de Escenarios Virtuales para la ReVAT". II Congreso de Graduados en Ciencias Criminalísticas. Entre Ríos Argentina.

## INICIO