

LA COLISIÓN OBLICUA Y LA PLANILLA DE CÁLCULO **OBLIQUUS'15**

Ing. Aníbal O. García

La planilla de cálculo **OBLIQUUS'15** es una herramienta avanzada de cálculo para reconstruir una colisión oblicua de masas puntuales. Requiere que las rotaciones sean despreciables respecto de las traslaciones post impacto; esa es su restricción principal. Esto significa que el momento o cantidad de movimiento angular en el final de la colisión, no supere el 10% del momento lineal. Adicionalmente se aplica una restricción a la relación de masa, la que no puede ser superior a 2,0 ni inferior a 0,5.

Con estas restricciones, la planilla de cálculo **OBLIQUUS'15** resulta útil para reconstruir colisiones de automóviles entre sí, incluyendo pequeños camiones y microbuses, y de motocicletas entre sí. No se recomienda su empleo para analizar casos de colisiones en el que hayan intervenido vehículos de gran porte, especialmente articulado, ni en colisiones de motocicletas con automóviles.

El concepto de cálculo de **OBLIQUUS'15** se basa en las propiedades de la colisión oblicua de masas puntuales, desarrolladas por los físicos norteamericanos Weaver y Brach. Su explicación detallada puede hallarse en el libro del autor **ACCIDENTES DE TRÁNSITO – Investigación y Reconstrucción**, y en el artículo **LA COLISION OBLICUA** publicado en www.perarg.com.ar. La particularidad dimana de que a diferencia de otros calculadores, que dependen de la correcta estimación del ángulo pos colisión, esta planilla parte de datos, que si bien son más complejos y elaborados, su estimación a partir de los rastros mismos de la colisión, presenta menos errores.

Como contrapartida la planilla de cálculo **OBLIQUUS'15** demanda la introducción de valores cuya estimación requiere del investigador un conocimiento avanzado de las técnicas de reconstrucción, en particular, la estimación del rango posible de energía disipada por deformación en uno de los vehículos. Otros datos demandados son los rangos posibles de velocidades lineales post colisión, y el ángulo de colisión.

Con estos datos y la relación de masas, **OBLIQUUS'15** estima rangos de energía disipada en el segundo vehículo, coeficientes de restitución normal, por un lado, y ángulos post colisión físicamente compatibles con los datos ingresados.

La planilla de cálculo **OBLIQUUS'15** está diseñada como una herramienta interactiva con el operador. Por esa razón en cada paso intermedio, además de exponer los resultados de energía disipada, ángulos y coeficientes estimados, propone su verificación y viabiliza una modificación de los mismos, modificando los datos ingresados. En ningún caso se debe intervenir sobre las celdas de resultados, so pena de destruir la arquitectura de relaciones de la planilla e inutilizarla.

La planilla de cálculo **OBLIQUUS** devuelve como cuadro de resultados, ocho combinaciones de valores de velocidades pre y post impacto, ángulos de trayectorias y ángulos de deformación resultante. Para cada tipo de datos hay un par de resultados que expresan los extremos del rango posible en cada caso, lo que permite seleccionar el par que mejor se ajusta a los rastros relevados.

Como modo de ajuste la planilla de cálculo **OBLIQUUS** incluye una segunda hoja **simulador**, en la que ingresando como datos la velocidad, ángulo pre y post impacto de un vehículo, se calculan los valores correspondientes en ese mismo rodado y en su antagonista, identificado solamente por la masa. Con este recurso se pueden explorar distintas alternativas dentro del rango elegido, y conocer en cada caso características particulares de la colisión simulada como energía disipada, coeficientes de restitución, velocidades y ángulo post colisión, y ángulos de deformación. Utilizando con paciencia esta herramienta, y no apartándose en mucho del rango acotado en **OBLIQUUS** es posible acercarse tanto como uno quiera a un conjunto de resultados que mejor aproxime a los rastros y la evidencia construida a partir de los mismos

Tanto **OBLIQUUS** como **simulador**, son herramientas que operan desde la colisión, empleando los principio conservativos de la misma (condensados en el criterio del *antagonista desconocido*). Por ello es posible su operación conociendo datos detallados de uno de los protagonistas, y algunos rasgos generales del otro. En caso de que se tenga una cabal noción de los daños en el segundo vehículo, y se pueda estimar con precisión algunos de las propiedades requeridas como datos, el rango estimado será más cerrado y confiable. Pero aún sin ellos, es posible obtener resultados de muy buena precisión.

La planilla de cálculo **OBLIQUUS'15** es una herramienta avanzada para interactuar con un investigador forense poseedor de los conceptos propios que identifican la colisión. El concepto de *herramienta avanzada* implica que es una ayuda al operador, y no lo reemplaza en sus obligaciones y responsabilidades. El uso de **OBLIQUUS'15** sin esos conocimientos puede derivar en resultados incompatibles o incoherentes, de los que el autor de este recurso queda absolutamente desligado.

ESTRUCTURA OPERATIVA DE **OBLIQUUS'15**

Dentro de la planilla se encuentran las hojas de trabajo **OBLIQUUS'15** y **simulador** a utilizar. En las mismas están organizados los datos de entrada y los principales resultados, de manera que el operador no tiene necesidad de acudir a las tres hojas complementarias (**PREVIOS**, **pos-pre-COL** y **Cálculo de sim**). El acceso a las mismas no está vedado ni restringido de ninguna manera, y puede ser motivo de investigación por el usuario, incluso permitir la mejora del procedimiento propuesto. Bajo ningún concepto debe intervenir en esas planillas auxiliares, dado el riesgo de alterar la estructura lógica del procedimiento desarrollado en toda la planilla, inutilizando la misma

Las celdas de carga de datos están claramente identificadas con letra azul, y son las únicas que deben ser empleadas para modificar resultados parciales o finales.

Esquemáticamente la estructura del procedimiento es la siguiente:

DATOS INGRESADOS	RESULTADOS INTERMEDIOS		RESULTADOS FINALES
	EXHIBIDOS	NO EXHIBIDOS	
planilla de cálculo <i>OBLIQUUS</i>			
Masa de ambos vehículos		Relaciones de masa	- Rango de velocidades post impacto acotado. - Rango de velocidades pre impacto - ángulos de pre y post impacto - ángulos de deformación
Rango de velocidades post impacto de ambos	ángulos post impacto acotados		
Ángulo de colisión			
Rango de energía disipada en 1	- Rango de energía disipada en 2 - Coeficiente de restitución normal e_n		
planilla de cálculo <i>simulador</i>			
DATOS INGRESADOS	RESULTADOS FINALES		
Velocidad pre impacto del vehículo 1	- velocidad de impacto vehículo 2. - velocidades post impacto - ángulo de pre impacto vehículo 2 - energía disipada - coeficiente de restitución - ángulos de post impacto - ángulos de deformación - coeficientes de Weaver y Brach		
ángulo pre impacto del vehículo 1			
ángulo post impacto del vehículo 1			

ECUACIONES EMPLEADAS EN **OBLIQUUS'15**

En este procedimiento se cálculo se utilizan del modo expresado o en combinaciones derivadas de ellas las siguientes relaciones matemáticas:

velocidad relativa de preimpacto tangencial, o de deslizamiento $v_{rt} = v_{1t} - v_{2t}$. La $v'_{rt} = v'_{1t} - v'_{2t}$ será en consecuencia la velocidad relativa posimpacto tangencial.

velocidad relativa de preimpacto normal, o de deformación $v_m = v_{1n} - v_{2n}$. La $v'_m = v'_{1n} - v'_{2n}$ será en consecuencia la velocidad relativa posimpacto normal.

$$\text{Coeficiente de restitución normal } e_n = \frac{v'_m}{v_m} ; e_n = \frac{v'_{1n}}{v_{1n}} = \frac{v'_{2n}}{v_{2n}} ; e_n = \frac{\cos \alpha + mv \cdot \cos \beta}{\frac{\text{sen} \alpha}{\alpha'} + mv \cdot \frac{\text{sen} \beta}{\beta'}}$$

$$\text{Relación de masa de impacto } m = \frac{m_2}{m_1}$$

$$\text{ángulo de colisión (preimpacto) } \delta = \alpha + \beta$$

$$\text{ángulo de colisión (post impacto) } \delta' = \alpha' + \beta'$$

$$\text{Relación de cantidad de movimiento } \frac{\text{sen} \alpha}{\text{sen} \beta} = \frac{m_2 \cdot v_2}{m_1 \cdot v_1} = m \cdot v \quad \text{y} \quad \frac{\text{sen} \alpha'}{\text{sen} \beta'} = \frac{\alpha'}{\beta'} = m \cdot v'$$

Relación de velocidad $v = \frac{v_2}{v_1} = \frac{EBS_2}{EBS_1} = \frac{1}{m} \cdot \frac{e_n \cdot \frac{\text{sen}\alpha}{\alpha'} - \cos\alpha}{\cos\beta - e_n \cdot \frac{\text{sen}\beta}{\beta'}}$

Relación angular de la colisión oblicua $\frac{1}{\text{tg}\alpha} + \frac{1}{\text{tg}\beta} = e_n \cdot \left(\frac{1}{\text{tg}\alpha'} + \frac{1}{\text{tg}\beta'} \right)$

Coefficiente de oblicuidad dinámico (Weaver y Brach) $r = \frac{J_t}{J_n} = \frac{m_1 \cdot \Delta v_{1t}}{m_1 \cdot \Delta v_{1n}}$,

Coefficiente de oblicuidad cinemático (Weaver y Brach) $p = \frac{v_{1t} - v_{2t}}{v_{1n} + v_{2n}}$

Dirección de la fuerza Principal - PDOF (respecto del eje n) $v; \text{tg } v = r$

Angulos de deformación de lo vehículos $\varepsilon = \pi/2 - \alpha - v$ y $\varphi = \pi/2 - \beta + v$

y las ecuaciones generales de conservación de la cantidad de movimiento y de la energía mecánica durante la colisión.