

# MÉTODO PARA LA OBTENCIÓN DE SOMBRAS CON HERRAMIENTAS CAD. APLICACIÓN CON RHINOCEROS

**Fernando Mateo Carballo, Julián Llorente Geniz, Amanda Martín Mariscal,  
Manuel Ángel Monge Vera**

*Escuela Politécnica Superior, Dpto. Ingeniería del Diseño, Universidad de Sevilla,  
Sevilla.*

E-mail de correspondencia: [fmateoc@us.es](mailto:fmateoc@us.es)

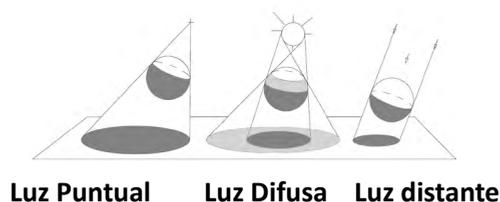
## Resumen

Con la herramienta de CAD Rhinoceros® hemos diseñado un método para obtener las curvas separatrices en 3D mediante la obtención de superficies circunscritas a los cuerpos y posterior uso de intersecciones entre superficies, consiguiendo las curvas separatrices en 3D para posterior representación en vistas 2D ortogonales, axonométricas o cónicas.

En consecuencia, establecemos una traducción entre los comandos del software y la ciencia de la Geometría Descriptiva para la resolución de problemas de sombras en cuerpos geométricos.

## 1. Introducción. Marco teórico.

Cuando una fuente de iluminación incide en un objeto, aparecen áreas o volúmenes bien diferenciados: el área o volumen donde incide la luz se corresponde con el área o volumen iluminados y el área o volumen donde no incide la luz es el área en sombra o volumen en sombra. Estas dos áreas o volúmenes están separados por la denominada línea separatriz que como tal, determina la separación del área iluminada del área en sombra. Esta línea vendrá condicionada por el tipo de fuente de luz, según su tamaño, posición y distancia así como el tipo de fuente de luz según puede se puede observar en la Figura 1.

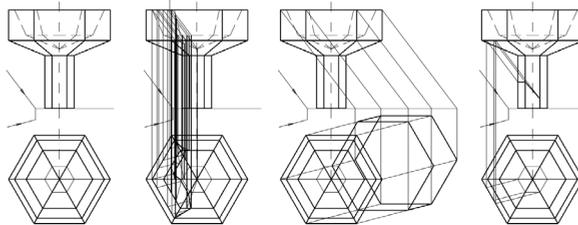


**Figura 1.** Tipos de fuentes de luz.

**Fuente:** elaboración propia.

En cualquier caso para la determinación de la línea separatriz, impera un principio fundamental: “Todo punto del espacio que se interponga a un rayo luminoso generará un rayo de sombra con la misma trayectoria” (Giménez, 2014). Es por ello por lo que la determinación de la representación de sombras se basa en intersecciones entre elementos geométricos (Recta/Plano–Superficie/Plano–Superficie/Superficie) según el tipo de elementos geométricos dados. Es decir, obtener figuras planas (proyecciones) proyectando geoméricamente sobre otra superficie (González *et al.*, 1977). Para obtener la sombra propia sobre el objeto hacemos uso del concepto de “línea de contorno aparente en el espacio, que obtendremos al trazar infinitas rectas tangentes a la superficie y paralelas a la dirección del rayo de luz obteniendo una superficie circunscrita al objeto denominada “cilindro proyectante” como se muestran en la Figura 4. La línea de contacto entre el cilindro proyectante y el objeto dado divide a ésta en dos volúmenes: la más próxima a la fuente de luz está iluminada y la más distante está en sombra (González *et al.*, 1977). Esta línea de contacto la denominamos la “línea separatriz” (contorno aparente en el espacio).

Para nuestro caso, aplicaremos al objeto (depósito de agua) una fuente de iluminación distante, mediante líneas/rayos paralelos y descendiente sobre el depósito.



**Figura 2.** Enunciado y trazado solución.

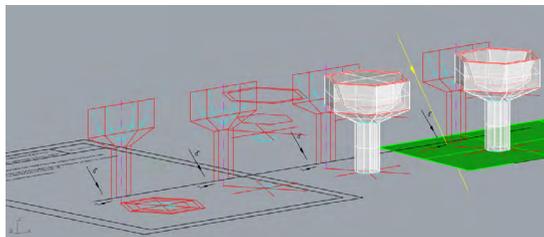
**Fuente:** (Enunciado: Izquierdo, 2009 – Solución: elaboración propia).

En nuestro caso hemos tomado un problema de un libro típico de Geometría Descriptiva (Izquierdo, 2009), Figura 2; en el cual se nos pide representar las proyecciones principales de la sombra propia y arrojada según la dirección de la luz “d”.

## 2. Método

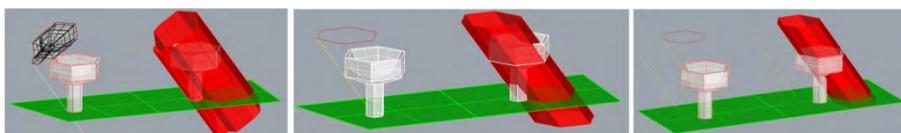
Realizamos un método basado en la Geometría Descriptiva adaptado a una herramienta de CAD, en este caso a Rhinoceros®, aplicando un procedimiento sencillo que toma como base el proceso para el cálculo de sombras traducido a Rhinoceros® adaptando los comandos que ofrece el software para tal finalidad. En primer lugar realizaremos un modelo 3D del depósito disponiendo la dirección de

la fuente de luz en 3D, realizando para ello el *giro 3D* de la proyección vertical y empleo de construcción de Geometrías Básicas, Desplazamientos 3D, Generación de superficies regladas desarrollables mediante la Extrusión Recta de las formas poligonales 2D y superficie de transición para la superficie piramidal. Empleo de operaciones Booleanas de diferencia y unión, siendo el resultado según Figura 3:



**Figura 3.** Modelado 3D.  
**Fuente:** elaboración propia.

Las sombras a determinar y representar son:



**Sombra 1**

**Sombra 2**

**Sombra 3**

**Figura 4.** Sombras a obtener. Determinación de superficies circunscritas.  
**Fuente:** (elaboración propia)

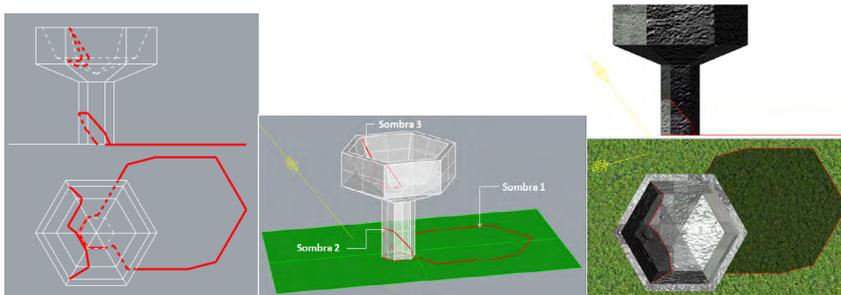
**Sombra 1** Proyectada o arrojada sobre los Planos de Proyección: Plano Horizontal. Plano de suelo; **Sombra 2** Propia. Área en sombra del depósito; **Sombra 3** Interior, arrojada sobre sí mismo o sombra autoarrojada: Área en sombra interior del depósito; **Sombra 4** Arrojada sobre otros objetos. No procede, depósito aislado.

Obtención **Sombra 1**: Prisma oblicuo de directriz poligonal irregular (*Siluet*a del contorno aparente rasante) obtenida mediante vista perpendicular a la dirección del rayo de luz en un *Plano de Construcción* Auxiliar proyectando el depósito en dicho Plano de Construcción (*ProyectarEnPlanoC*). Eje del prisma paralelo al rayo de luz. *Superficie de Barrido por un carril*. Obtención **Sombra 2**: Prisma oblicuo de directriz poligonal regular (exterior inferior) y eje de dirección paralela al rayo de luz. *Superficie de Barrido por un carril*. Obtención **Sombra 3**: Prisma oblicuo de directriz poligonal regular (interior) y eje de dirección paralela al rayo de luz. *Superficie de Barrido por un carril*.

Para la obtención de las líneas separatrices nos basamos en las intersecciones de cada una de las *superficies circunscritas* con el plano de suelo y depósito (equivalente a trazar líneas rectas paralelas al rayo de luz que siendo rasantes a las superficies del depósito hasta que se encuentren con el plano de suelo, soporte o pared del depósito. Según corresponda, tendremos: **Sombra 1**: Prisma oblicuo de directriz poligonal irregular intersección con el plano de suelo (PH). **Sombra 2**: Prisma oblicuo de directriz poligonal regular intersección con prisma recto regular (soporte del depósito). **Sombra 3**: Prisma oblicuo de directriz poligonal regular intersección con pirámide interior (vaso del depósito).

### 3. Resultados y discusión

Una vez conseguidas las líneas separatrices en el modelo 3D como consecuencia del estudio de las intersecciones entre superficies y obtención de las mismas mediante el comando "Crear Dibujo 2D" que nos ofrece la herramienta, configurado de forma adecuada, obtendremos la solución en proyecciones según se puede observar en la Figura 5. Por lo que conseguimos como resultados:



**Figura 5.** Resultado del problema planteado.

**Fuente:** elaboración propia.

- Efectividad, exactitud y estética en el trazado propios del empleo de una herramienta de CAD.
- Favorecer el desarrollo de la Habilidad Espacial de los estudiantes.
- Aumentar la satisfacción en el proceso de enseñanza-aprendizaje combinando reducción de tiempo, agrado y atención de los estudiantes

### Referencias bibliográficas

**Giménez, V.** (2014). *Diédrico Directo. Tomo II (Superficies, Intersecciones, CAD, Sombras.* Ed. Regina Cabello-Algeciras. p. 203.

**González, V., López, R., y Nieto, M.** (1977). *Sistemas de Representación. Sistema Diédrico. Tomo I.* Ediciones Texgraf. Valladolid. p. 13.

**Izquierdo, F.** (2009). *Ejercicios de geometría descriptiva (sistema diédrico)* (16ª ed.). Francisco Javier Izquierdo Ruiz de la Peña. p. 129.