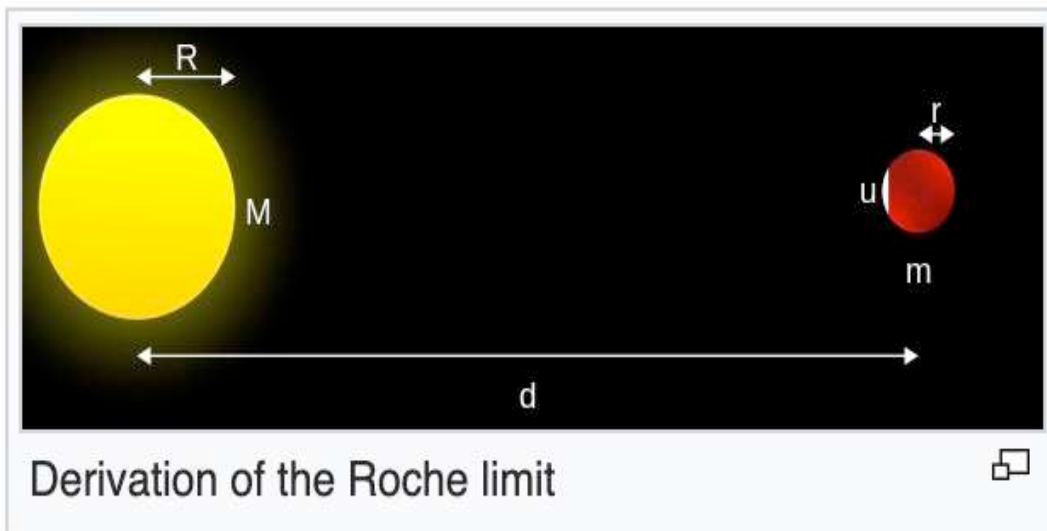


## Límite de Roche

Definición: Desintegración de un satélite debido a las fuerzas de marea inducido por el cuerpo al cual orbita. Dentro de este límite el material dispersado forma anillos, fuera de él tiende a unirse.

El término lleva el nombre de Édouard Roche, astrónomo francés que en 1848 calculó este límite teórico.

Primary	Density (kg/m <sup>3</sup> )	Radius (m)
Sun	1,408	696,000,000
Earth	5,513	6,378,137
Moon	3,346	1,737,100
Jupiter	1,326	71,493,000
Saturn	687	60,267,000
Uranus	1,318	25,557,000
Neptune	1,638	24,766,000



Primary	Satellite	Orbital Radius / Roche limit	
		(rigid)	(fluid)
Sun	Mercury	104:1	54:1
Earth	Moon	41:1	21:1
Mars	Phobos	172%	89%
	Deimos	451%	234%
Jupiter	<i>Metis</i>	~186%	~94%
	<i>Adrastea</i>	~188%	~95%
	Amalthea	175%	88%
	Thebe	254%	128%
Saturn	Pan	142%	70%
	Atlas	156%	78%
	Prometheus	162%	80%
	Pandora	167%	83%
	Epimetheus	200%	99%
	Janus	195%	97%
Uranus	<i>Cordelia</i>	~154%	~79%
	<i>Ophelia</i>	~166%	~86%
	<i>Bianca</i>	~183%	~94%
	<i>Cressida</i>	~191%	~98%
	<i>Desdemona</i>	~194%	~100%
	<i>Juliet</i>	~199%	~102%
Neptune	<i>Naiad</i>	~139%	~72%
	<i>Thalassa</i>	~145%	~75%
	<i>Despina</i>	~152%	~78%
	<i>Galatea</i>	153%	79%
	<i>Larissa</i>	~218%	~113%
Pluto	Charon	12.5:1	6.5:1

Body	Satellite	Roche limit (rigid)		Roche limit (fluid)		Mean orbital radius (km)
		Distance (km)	$R$	Distance (km)	$R$	
Earth	Moon	9,492	1.49	18,381	2.88	384,399
Earth	average comet	17,887	2.80	34,638	5.43	N/A
Sun	Earth	556,397	0.80	1,077,467	1.55	149,597,890
Sun	Jupiter	894,677	1.29	1,732,549	2.49	778,412,010
Sun	Moon	657,161	0.94	1,272,598	1.83	149,597,890 Approx
Sun	average comet	1,238,390	1.78	2,398,152	3.45	N/A

### Cálculo

$$d = R_M \left( 2 \cdot \frac{\rho_M}{\rho_m} \right)^{\frac{1}{3}} :$$

Donde,

$R_M$  : Radio de la primaria

$\rho_M$  : Densidad de la primaria

$\rho_m$  : Densidad del satélite

La ecuación es equivalente a:

$$d = R_m \left( 2 \cdot \frac{M_M}{M_m} \right)^{\frac{1}{3}} :$$

Donde,

$R_m$  : Radio del satélite

$M_M$  : Masa de la primaria

$M_m$  : Masa del satélite

$R_M$  : Radio de la primaria

## Cálculo del radio de Roach Tierra-Luna

Para cuerpos rígidos se puede simplificar:

$$d \approx 1.26 R_M \left( \frac{\rho_M}{\rho_m} \right)^{\frac{1}{3}} :$$

Si rota circularmente con rotación síncrona, la fuerza centrífuga afectará los resultados y es más aproximado. Con esta aproximación es suficiente con la Masa del sol (planeta) y la densidad del planeta (satélite) para calcular el límite de Roche en un sistema planetario.

$$d \approx 0.8947 \left( \frac{M_M}{\rho_m} \right)^{\frac{1}{3}} :$$

Veamos:

$$M_M := 5.972 \cdot 10^{24}; \quad \# \text{ masa de la Tierra}$$

$$M_M := 5.972000000 \cdot 10^{24} \quad (1)$$

$$\rho_m := 3340; \quad \# \text{ densidad de la luna}$$

$$\rho_m := 3340 \quad (2)$$

$$d_1 = \frac{0.8947 \cdot \sqrt[3]{\left( \frac{M_M}{\rho_m} \right)}}{1000}; \quad \# \text{ en km}$$

$$d_1 = 10859.30125 \quad (3)$$

Si tenemos en cuenta sólo un cuerpo rígido:

Donde:

$$R_M := 6371000;$$

$$R_M := 6371000 \quad (4)$$

$$\rho_M := 5510;$$

$$\rho_M := 5510 \quad (5)$$

$$d_2 = 1.26 \cdot R_M \cdot \left( \sqrt[3]{\frac{\rho_M}{\rho_m}} \right);$$

$$d_2 = 8.02746000 \cdot 10^6 \cdot 8^{1/3} \quad (6)$$

$$\frac{\text{evalf} \left( 1.26 \cdot R_M \cdot \left( \sqrt[3]{\frac{\rho_M}{\rho_m}} \right) \right)}{1000}; \# \text{ en km}$$

$$9485.200764 \quad (7)$$

---

### Cálculos para Júpiter - Io

$$R_{MJ} := 69911000;$$

$$R_{MJ} := 69911000 \quad (8)$$

$$\rho_{MJ} := 1330;$$

$$\rho_{MJ} := 1330 \quad (9)$$

$$\rho_{mIo} := 3530;$$

$$\rho_{mIo} := 3530 \quad (10)$$

$$\frac{\text{evalf} \left( 1.26 \cdot R_{MJ} \cdot \left( \sqrt[3]{\frac{\rho_{MJ}}{\rho_{mIo}}} \right) \right)}{1000}; \# \text{ en km}$$

$$63622.15440 \quad (11)$$

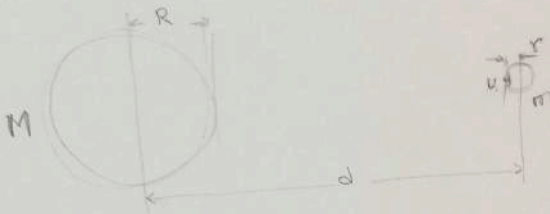
Límite de Roche cuerpos rígidos.

$$d = R \left( 2 \frac{\rho_M}{\rho_m} \right)^{1/3} \sim 1,26 R \left( \frac{\rho_M}{\rho_m} \right)^{1/3}$$

Para cuerpos deformables

$$d \approx 2,423 R \left( \frac{\rho_M}{\rho_m} \right)^{1/3}$$

Veamos:



Límite de Roche Tierra - Luna.

$$d = R \times 1,26 \left( \frac{\rho_M}{\rho_m} \right)^{1/3} \rightarrow$$

$$d = \frac{6400.000 \text{ m} \cdot (1,26) \cdot \left( \frac{5515 \text{ kg/m}^3}{3340 \text{ kg/m}^3} \right)^{1/3}}{8064000 \sqrt[3]{1,65119 \text{ m}^3}}$$

$$d = 9531242,85 \text{ m} \quad \boxed{9531,24 \text{ km}}$$

$$d_{\text{Tierra-Luna}} = 384.400 \text{ km.}$$

$$5 \text{ eq}^2 = 5 \text{ eq}^3$$