

## 6 INTRODUCCIÓN DE LOS RESULTADOS EN UN MODELO BICAPA

La construcción de un modelo aceptable desde el punto de vista electromagnético y geológico está en la base del modelado de radares de sondeo. Los primeros metros del subsuelo de Marte pueden representarse por un modelo de dos capas, que deben tener las características de un suelo marciano. Una capa de arena seca recubre a una capa de basalto húmedo. La arena seca proviene de la mezcla de materiales meteoríticos y del producto de la erosión de las rocas volcánicas ricas en óxido de hierro como la hematita, la maghemita, la goethita, etc.

En nuestro proyecto, el objetivo es estudiar la posibilidad de detectar la presencia de evaporitas y por tanto, de agua. Para ello, vamos a estudiar un modelo bicapa: la capa inferior será una capa infinita de arena y la capa superior será una capa de 10cm de espesor de arena salada húmeda (con una salinidad del 100%). Vamos a estudiar por el método del traslado de impedancias el coeficiente de reflexión de la estructura para diferentes valores de la tasa de humedad. Vamos a estudiar igualmente la respuesta de una única capa infinita de arena, por el mismo método, para comparar las dos respuestas. Teniendo en cuenta que la signatura radar está directamente relacionada con el coeficiente de reflexión de la estructura, si dos respuestas son diferentes podremos decir que es posible detectar la presencia de evaporitas según la signatura radar.

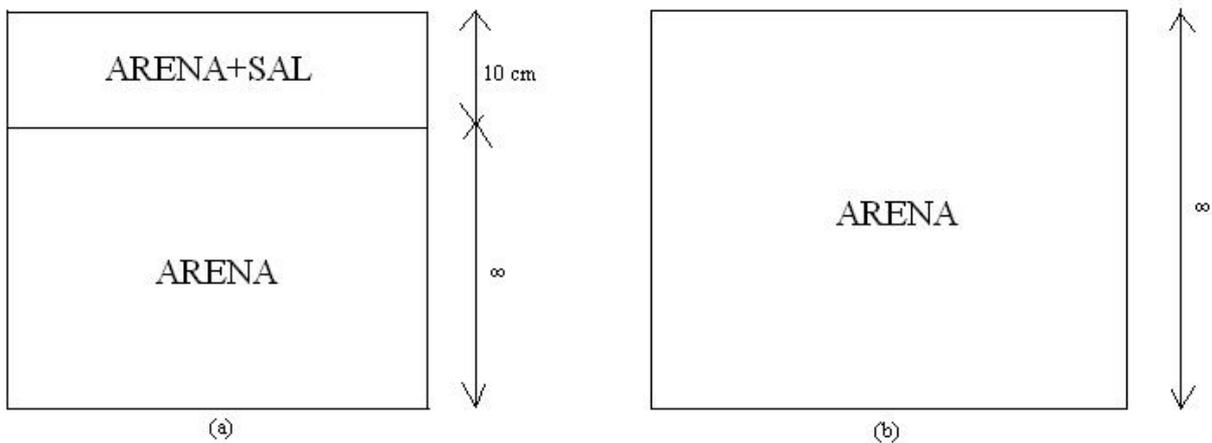


Fig. 6.1: Modelos a comparar

En primer lugar vamos a presentar el método del traslado de impedancias para calcular el coeficiente de reflexión. El principio del cálculo por traslado de impedancias se presenta en la figura siguiente:

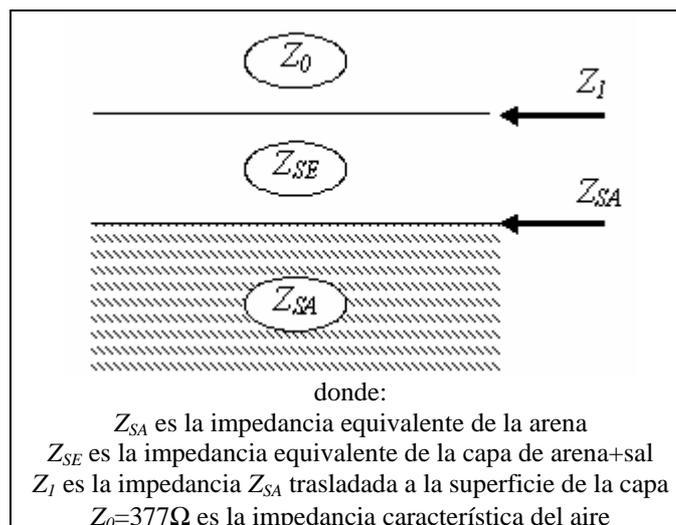


Fig. 6.2: Principio del traslado de impedancia.

El objetivo es conseguir determinar  $Z_I$ . El principio de cálculo es, por tanto, el siguiente:

Una primera etapa consiste en caracterizar los diferentes medios presentes:

$$\gamma_i = \alpha_i + j\beta_i$$

$$\text{con } \alpha_i = \beta_0 \sqrt{\frac{\epsilon'_i}{2} (\sqrt{1 + \tan^2 \delta_i} - 1)}$$

$$\text{y } \beta_i = \beta_0 \sqrt{\frac{\epsilon'_i}{2} (\sqrt{1 + \tan^2 \delta_i} + 1)}$$

$$i \in \{SA, SE, P\}$$

Se procede a continuación al traslado de impedancia:

$$Z_1 = Z_{SE} \frac{Z_{SA} + Z_{SE} \tanh(\gamma_{SE} e_{SE})}{Z_{SE} + Z_{SA} \tanh(\gamma_{SE} e_{SE})}$$

Después se calcula el coeficiente de reflexión y la emisividad buscada:

$$\rho = \frac{Z_1 - Z_0}{Z_1 + Z_0} \text{ y } e = 1 - |\rho|^2$$

En todos estos cálculos se tiene:

$$Z_i = j\beta_0 Z_0 / \gamma_i, \beta_0 = 2\pi / \lambda_0 \text{ y } \lambda_0 = c / f$$

Los cálculos se realizarán con la ayuda de un programa de MATLAB ya existente previamente a la realización de este Proyecto. Vamos a presentar a continuación los resultados de la comparación de los resultados de los casos (a) y (b) para tres valores diferentes de la frecuencia (1GHz, 2.5GHz y 4GHz). Comentaremos los resultados tras las tres gráficas:

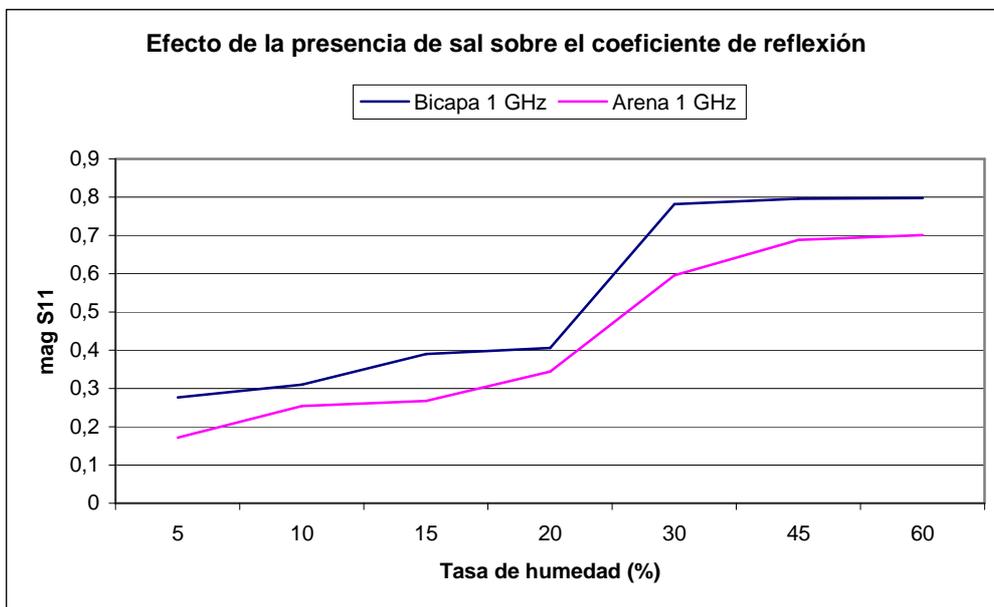


Fig. 6.3: Coeficiente de reflexión a 1 GHz según el método del traslado de impedancia (Excel)

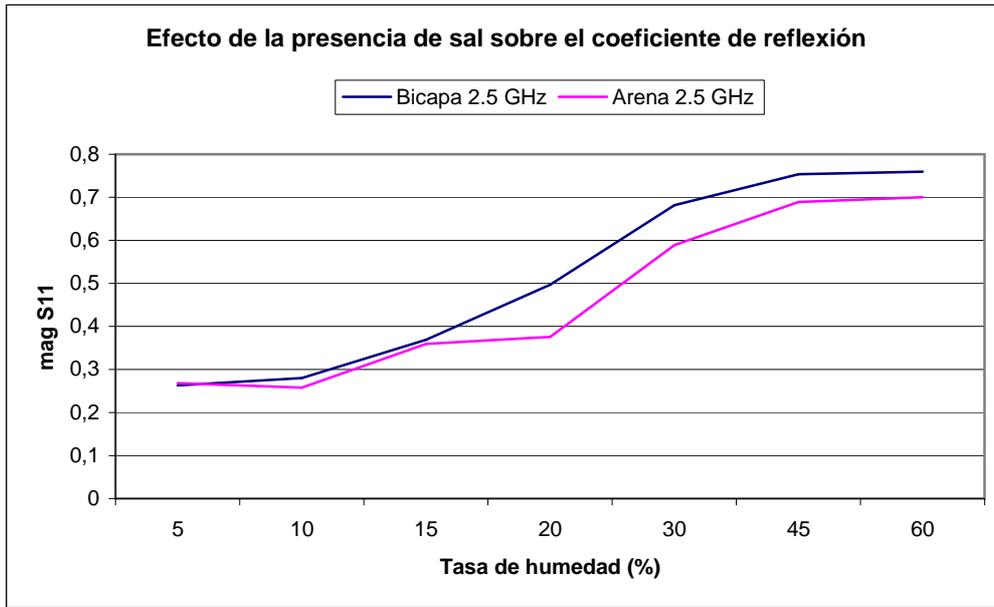


Fig. 6.4: Coeficiente de reflexión a 2.5 GHz según el método del traslado de impedancia (Excel)

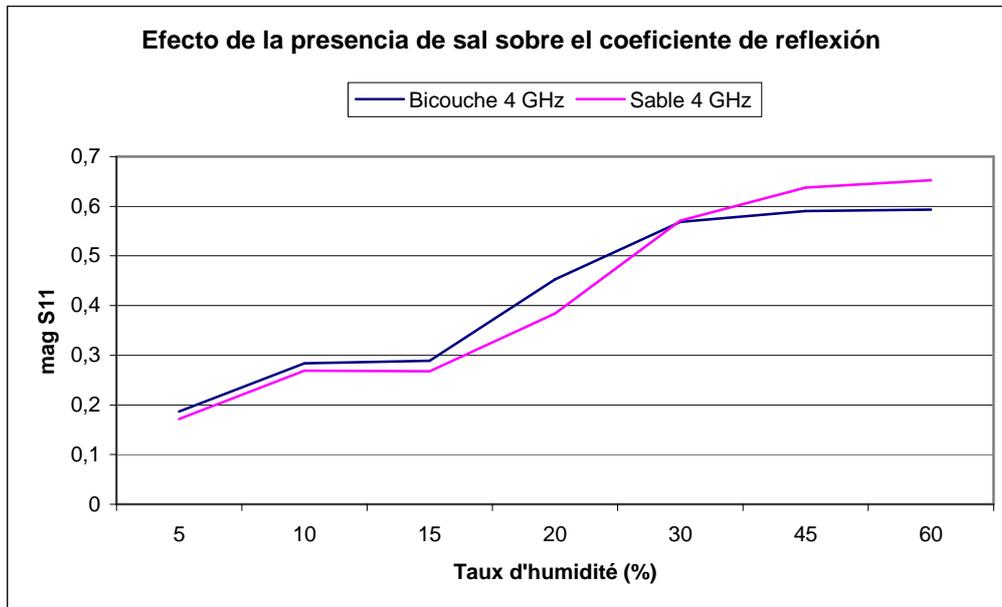


Fig. 6.5: Coeficiente de reflexión a 4 GHz según el método del traslado de impedancia (Excel)

Según la teoría ([11]-[14]), la adición de sal provoca un fuerte aumento de la parte imaginaria de la permitividad,  $\epsilon''$ , a BF y por consiguiente un aumento de la constante dieléctrica. Una permitividad más fuerte provoca que la absorción del material sea más débil, es decir, que haya una mayor reflexión. Para una tasa de humedad fija,  $\epsilon''$  aumenta con la salinidad y  $\epsilon'$  disminuye. A alta frecuencia (4GHz) parece que la constante dieléctrica global ( $\epsilon$ ) disminuye con la salinidad para valores altos de humedad, es decir, el coeficiente de reflexión disminuye.

Pero lo más importante que se puede decir es que se puede detectar la presencia de sales a bajas frecuencias a causa del aumento del módulo del coeficiente de reflexión. A frecuencias medias, será necesario tener una tasa de humedad alta para poder detectar la presencia de una evaporita y a alta frecuencia la detección será en todos los casos difícil.