

# Informe de Avances: Proyecto de Tesis Doctoral

## Análisis de Hueso Cortical mediante MRI 0.55T y Ultrasonido BDAT

**Fernando Ramírez Sarmiento**

Candidato a Doctor en Ingeniería Informática Aplicada  
Universidad de Valparaíso

18 de febrero de 2026

## 1 Resumen Ejecutivo

Este documento presenta el estado actual del proyecto de tesis enfocado en la validación de secuencias UTE en resonancia magnética de bajo campo (0.55 T) para la evaluación de la fragilidad ósea, comparando resultados con ultrasonido de transmisión axial bidireccional (BDAT).

## 2 Estado de Avance

### 2.1 Hitos Logrados

- **Diseño de Secuencia UTE:** Implementación exitosa de una secuencia radial 2D optimizada para Siemens Magnetom Free.Max (0.55 T).
- **Reconstrucción radial SENSE y Compressed Sensing:** Implementación exitosa de SENSE y Compressed Sensing, estandariza la intensidad para reflejar el proceso de relajación transversal.
- **Validación en Fantomas:** Confirmación de la fidelidad cuantitativa de  $T_2^*$  con errores menores al 3 %.
- **Modelado de Relajación Transversal:** Implementación de ajustes mono y bi-exponentiales adaptados para hueso cortical que integran la compensación de ruido Rician en la formulación, abordando el rápido decaimiento de la señal y mitigando artefactos de grasa medular mediante estrategias para componentes de relajación lenta.
- **Estudio Preliminar in vivo:** Adquisición y procesamiento de datos en voluntarios iniciales, demostrando la factibilidad de separar agua ligada y libre.

### 2.2 Producción Científica

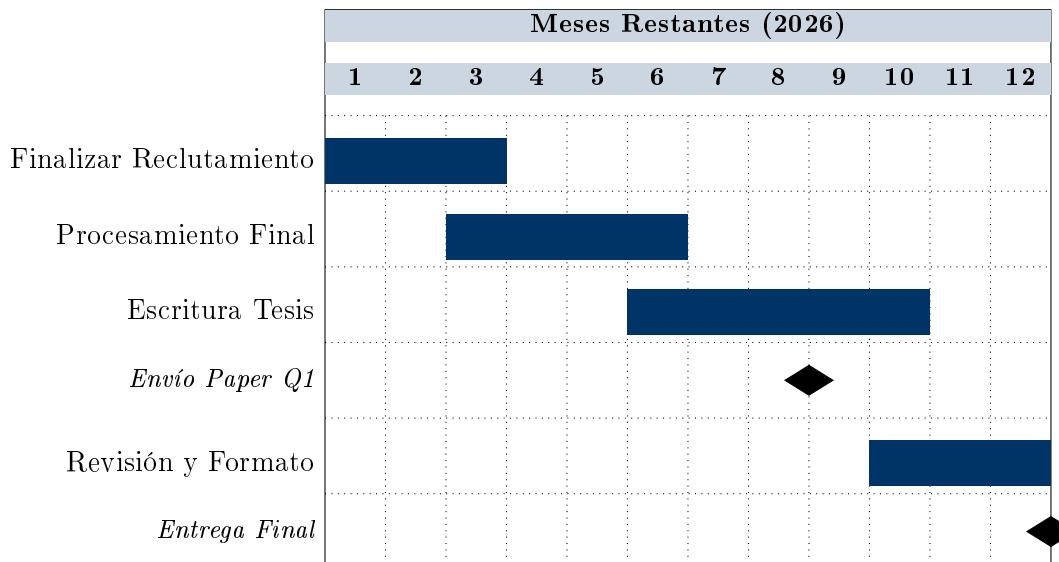
Actualmente se trabaja en el manuscrito "*Bi-Component Quantification of Cortical Bone Water Fractions Using Low-Field UTE MRI: Comparison with BDAT Ultrasound*", con objetivo de publicar el estudio.

### 3 Problemas y Desafíos

Se identifican los siguientes puntos críticos para la etapa final:

- **Tamaño de Muestra:** Necesidad de completar el reclutamiento de 16 voluntarios sanos para alcanzar significancia estadística.
- **Procesamiento de Datos:** Optimización del algoritmo de separación grasa-agua (hmrGC) para el campo de 0.55 T.
- **Artefactos de Movimiento:** Minimización del impacto del tiempo de adquisición (aprox. 54 min) en la calidad de imagen.
- **Análisis Estadístico Multimodal:** Validación final de la correlación entre los biomarcadores de MRI ( $PW_{frac}$ ,  $BW_{frac}$ ) y los parámetros de ultrasonido BDAT ( $V_{FAS}$ ,  $Ct.Th$ ,  $Ct.Po$ ).

### 4 Planificación y Cronograma



### 5 Lo que falta

### 6 Trabajo Pendiente y Siguientes Pasos

Para la culminación del proyecto de tesis doctoral, se han definido los siguientes hitos técnicos y administrativos que restan por completar:

- **Finalización del Reclutamiento:** Completar la adquisición de datos en los voluntarios restantes hasta alcanzar el  $N = 16$  planificado.
- **Optimización de Post-procesamiento:** Refinar los algoritmos de reconstrucción por Compressed Sensing y la separación hmrGC para maximizar la calidad en 0.55 T.
- **Consolidación de Resultados Multimodales:** Ejecutar el análisis de correlación cruzada entre los hallazgos de MRI y las mediciones de ultrasonido BDAT.

- **Escritura y Revisión de Manuscritos:** Finalizar la redacción de los artículos para revistas Q1 y la integración de capítulos en el documento final de tesis.
- **Trámites Administrativos de Defensa:** Cumplir con los plazos de pre-defensa y defensa pública establecidos por el programa de doctorado de la Universidad de Valparaíso para el segundo semestre de 2026.

## 7 Propuesta de Defensa y Finalización

Se estima la entrega definitiva del manuscrito de tesis para el último trimestre de 2026.

### Hitos para la Finalización:

- **Cierre de Base de Datos:** Marzo 2026.
- **Pre-defensa Interna:** Agosto 2026.
- **Defensa Pública:** Diciembre 2026.