



**Universidad Nacional Mayor de San Marcos**

**Universidad del Perú. Decana de América**

**Facultad de Ciencias Físicas**

**Escuela Académico Profesional de Física**

**Estudio térmico para el esmaltado cerámico y  
caracterización de una materia prima natural rica en  
hidróxidos de Fe, de Taraco, Perú para su utilización  
como pigmento**

**TESIS**

Para optar el Título Profesional de Licenciado en Física

**AUTOR**

Percy Rogger PALACIOS RIVERA

**ASESOR**

Angel Guillermo BUSTAMANTE DOMÍNGUEZ

Lima, Perú

2011

# Resumen

Para el presente trabajo de tesis se ha seleccionado una muestra representativa de un yacimiento ubicado en el distrito de Taraco en la provincia de Huancané de la región Puno. En la que se ha realizado un estudio cinético de la fase limonita ( $\text{FeO(OH)} \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ) a través de la Difracción de Rayos X (XRD), Micro Espectroscopia Raman (RS) y Espectroscopia Mössbauer (MS). Su composición química fue determinada por Fluorescencia de Rayos X (XRF) y previamente de forma semicuantitativa, por Microscopia Electrónica de Barrido y Microanálisis por Dispersión de Energía (SEM-EDX), destacando su alto contenido en hierro ( $\sim 89.12\%$  en peso expresado como  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ). Las fases mineralógicas se determinaron por el análisis de Difracción de Rayos X (XRD), identificando como componente mineralógica principal y mayoritaria a la fase goetita mientras que en una proporción mas pequeña al cuarzo, la fase  $\alpha\text{-Fe}^{3+}\text{O(OH)}$  fue sometida a tratamientos térmicos in-situ en el rango de temperaturas: 100 a 500°C en atmósfera oxidante de aire permaneciendo estable en el rango de 25°C hasta los 200°C; entre los 200°C y 250°C se evidencia la existencia de una transición de fase:  $\alpha\text{-Fe}^{3+}\text{O(OH)} \rightarrow \alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ , es decir, el paso de la fase goetita a la fase hematita, teniendo como evidencia la evolución de los picos de difracción de rayos X, también se sometió al mismo tratamiento en atmósfera inerte de nitrógeno sin evidenciar cambios significativos. Los espectros  $\mu$ -Raman del tratamiento térmico in-situ, corroboran la transición en 290°C a través de la transformación de las bandas características de la fase goetita hacia la fase hematita en el rango de frecuencias de 200 a 1800 $\text{cm}^{-1}$ . Esta temperatura también es confirmada por los espectros Mössbauer con los campos hiperfinos posibles entre 32.73 y 40.37T.

El estudio se completo utilizando Análisis Térmico Diferencial (DTA), Análisis Termogravimétrico (TG) y Calorimetría Diferencial de Barrido (DSC) en donde el termograma obtenido nos presenta un doblete endotérmico. Uno entre 88 y 120°C y otro pico endotérmico fuerte a 300°C. Donde el primer pico endotérmico es como respuesta a la ganancia de energía y a la pérdida de masa por eliminación del agua adsorbida mientras que el segundo pico endotérmico es como producto de la cristalización de la goetita, esto quiere decir que se da la deshidroxilación y en el análisis por DSC la curva obtenida nos muestra una evolución limpia y sin evidencia de una transformaciones adicionales. Paralelamente la muestra fue irradiada con un haz laser rojo con una longitud de onda de 785 nm para observar el cambio de color, por último se hace la aplicación de la materia prima en estudio para ser usada como pigmento. Catalogada de aquí para adelante como Limonita Perú Taraco 1 (LPT1).