

# Resumen

El descubrimiento del fenómeno de las oscilaciones de neutrinos es uno de los desarrollos más excitantes hechos en los últimos años en el campo de la física de partículas. El anuncio de este resultado revivió el interés en la física de neutrinos, y estimuló la preparación de actuales y futuros experimentos con el ánimo de hacer medidas precisas de los parámetros que controlan las oscilaciones de neutrinos. Las medidas que se presentan en este trabajo usan datos tomados por el experimento de neutrinos K2K. K2K usa un beam de neutrinos producido artificialmente para medir oscilación de neutrinos muónicos. La energía media de esos neutrinos es 1.3 GeV. Los neutrinos se detectan en un sistema de detectores cercanos (en el laboratorio KEK), y en un detector lejano (Super-Kamiokande). Las capacidades de los detectores permiten medir las razones de interacción de neutrinos y sus energías, de donde se puede obtener una clara indicación sobre la oscilación de los neutrinos.

Mejorar el entendimiento de las secciones eficaces en las interacciones neutrino-núcleo es crucial para estudiar con precisión las oscilaciones de neutrinos. Las interacciones alrededor de 1 GeV son particularmente importantes porque ésta es la región donde se espera la señal de oscilación en muchos experimentos, pero las secciones eficaces en esta región no se conocen muy bien. Esta región de energía es complicada debido a las contribuciones solapadas de scattering quasi-elástico, producción resonante de piones individuales, y scattering profundamente inelástico. Todas estas interacciones se miden conjuntamente para estudiar el déficit en el número esperado de eventos de neutrinos, y las interacciones quasi-elásticas se estudian a parte para medir el déficit como una función de la energía. Este trabajo describe una medida integrada en energía y otra dependiente de la energía del neutrino de la sección eficaz para producción resonante de piones cargados individuales frente a un blanco de carbono. Las medidas se dan tomando como referencia la sección eficaz de scattering quasi-elástico en corrientes cargadas. Medimos el canal de interacción exclusivo,  $\nu_{\mu}p \rightarrow \mu p \pi^{+}$ , y el inclusivo,  $\nu_{\mu}N \rightarrow \mu N' \pi^{+}$ . Los datos se recogieron con un detector de centelleador totalmente activo, SciBar, en el detector cercano de K2K. Los resultados que se presentan son consistentes con experimentos anteriores y un modelo teórico aceptado ampliamente.

# Abstract

The discovery of neutrino oscillations phenomena is one of the most exciting developments made in the recent years in the particles physics field. The announcement of this result revived the interest in the neutrino physics, and stimulated the preparation of current and future neutrino experiments with the aim of making precise measurements of the parameters controlling the neutrino oscillations. The measurements presented in this dissertation use data collected by the K2K long-baseline neutrino experiment. It uses an artificially-produced neutrino beam to measure muon neutrino oscillations. The mean energy of those muon neutrinos is 1.3 GeV. The neutrinos are detected in a near detector system (at the KEK laboratory), and in a far detector (Super-Kamiokande). The detectors capabilities allow the measurement of the neutrino interaction rates and their energy, from which a clear indication of oscillations is obtained.

Improving our understanding of neutrino-nucleus cross section is crucial to these precision studies of neutrino oscillations. Interactions in the neutrino energy around 1 GeV are particularly important because this is the region of the expected oscillation signal in many experiments, but the cross sections in this region are not very well-known. This energy region is complicated due to overlapping contributions from quasi-elastic scattering, resonant single pion production, and deep inelastic scattering. All these interactions are measured together to study the deficit in the expected number of neutrino events, and the quasi-elastic interactions apart to give this deficit as a function of the neutrino energy. We describe in this dissertation an integrated and energy neutrino dependent measurement of the cross section for resonant single charged pion production in charged-current muon neutrino interactions with a carbon target. The measurements are given taking as reference the cross section for charged-current quasi-elastic scattering. We measure the exclusive interaction channel,  $\nu_{\mu}p \rightarrow \mu p \pi^{+}$ , and the inclusive interaction channel,  $\nu_{\mu}N \rightarrow \mu N' \pi^{+}$ . The data are collected with a fully active scintillator detector, SciBar, at the K2K near detector system. The results are consistent with previous experiments, and predictions based on a widely-accepted model.