

CARLO BARONI (*), ADRIANO RIBOLINI (*), GIUSEPPE BRUSCHI (**)
& PAOLO MANNUCCI (*)

GEOMORPHOLOGICAL MAP AND RAISED-RELIEF MODEL OF THE CARRARA MARBLE BASINS, TUSCANY, ITALY

ABSTRACT: BARONI C., RIBOLINI A., BRUSCHI G. & MANNUCCI P.,
*Geomorphological map and raised-relief model of the Carrara Marble
Basins, Tuscany, Italy.* (IT ISSN 0391-9838, 2010).

Marble extraction in the Carrara basins has occurred since the 1st millennium BC, with relevant exploitation periods during the Roman period and the Renaissance, when Michelangelo visited the Carrara quarries to personally select the marble blocks he used for sculpting his legendary works of art. As a consequence of this long-lasting activity, the landscape is almost completely notched by extensive quarry fronts and covered by huge quarry dump deposits, locally named *ravaneti*.

Through a detailed field survey and the interpretation of aerial photographs, we compiled a geomorphological map at a scale of 1:10,000 of the Carrara marble basins. Additionally, a raised-relief model at a scale of 1:10,000 was derived from the geomorphological map. To our knowledge, this model is the first product of this kind.

A geomorphologic survey, historical documents, and stratigraphic and grain-size analyses allowed us to reconstruct the evolution of the anthropogenic landscape and allowed for the characterization of past and current geomorphic processes. Four main stratigraphic units are recognizable in the *ravaneti*. The different textures and structures of these units reflect the evolution of marble quarrying techniques. The oldest and deepest debris layer dates back to pre-Roman and Roman periods and is made up of flat pebbles with an open-work structure. In several localities, this manually produced debris is associated with very distinctive excavation cutting traces (*caesurae* in Latin), covering paleosols predating the Roman excavation activity. Medieval and Renaissance *ravaneti* are locally documented on top of this unit, burying post-Roman soil. Coarse multi-decimeter-sized cobbles («head man» size cobbles) with a scarce fine matrix constitute the typical *ravaneto* of the end of 19th century. The uppermost layer, with boulders and an abundant fine matrix (ranging from sand to silt), is the consequence of the new diamond wire cutting methods that were introduced in the 1970s.

(*) Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Pisa, via S. Maria 53, 56126 Pisa - baroni@dst.unipi.it, ribolini@dst.unipi.it

(**) Ufficio Ambiente, Comune di Carrara, Piazza 2 Giugno, 54033, Carrara - bruschi@comune.carrara.ms.it

This research was conducted with the financial support of the «Fondazione Cassa di Risparmio di Carrara». The geomorphological model is available on request to Litografia Artistica Cartografica (LAC). The American Journal Experts staff (www.journalexperts.com/) improved the English text.

The fine matrix produced by the recent techniques of block cutting and grinding destabilizes the dump deposits, making them very prone to hazardous remobilization of debris flows and shallow landslides. These are the most significant geomorphologic processes acting in this anthropogenic landscape.

In general, the geomorphological map of this extractive environment offered the opportunity i) to verify that anthropogenic landforms archived the principal steps of technological development of such industrial context strictly linked to important cultural events, and ii) to evaluate what are the technological developments in excavation activities that could generate situations of geomorphological risk.

KEY WORDS: Anthropogenic geomorphology, Quarry dump deposit, Debris flow, Human-induced hazard, Carrara marble, Apuane Alps.

RIASSUNTO: BARONI C., RIBOLINI A., BRUSCHI G. & MANNUCCI P.,
Carta geomorfologica e plastico geomorfologico dei bacini marmiferi di Carrara (Toscana, Italia). (IT ISSN 0391-9838, 2010).

L'estrazione del marmo nei bacini di Carrara risale a I millennio A.C. ed ha attraversato momenti di particolare intensità e rilevanza in età romana e durante il Rinascimento, epoca alla quale risale la leggendaria frequentazione dei bacini marmiferi da parte di Michelangelo per la selezione e l'estrazione dei blocchi utilizzati per realizzare le sue insuperabili opere d'arte. Come conseguenza del protrarsi nel tempo dell'attività estrattiva, il paesaggio è quasi completamente caratterizzato da ampi fronti di cava e da depositi derivanti dagli scarti dell'attività estrattiva, localmente denominati *ravaneti*.

Attraverso rilevamenti geomorfologici di dettaglio e l'analisi delle fotografie aeree, abbiamo elaborato una carta geomorfologica alla scala di 1:10.000 dei bacini marmiferi di Carrara. Dalla carta geomorfologica è stato realizzato un plastico tridimensionale, sempre alla scala di 1:10.000, che rappresenta un unicum nel panorama degli elaborati geomorfologici finora realizzati.

Grazie a rilevamenti geomorfologici di dettaglio, ad analisi di documenti storici e ad analisi stratigrafiche e sedimentologiche, abbiamo ricostruito le principali tappe dell'evoluzione del paesaggio antropico e caratterizzato sia i processi geomorfologici in atto sia i processi che hanno agito nel passato. I *ravaneti* sono costituiti da quattro principali unità stratigrafiche. Le caratteristiche tessiturali e la struttura dei *ravaneti* sono espressione delle diverse tecniche di estrazione del marmo che si sono succedute nel tempo. Gli scarti di lavorazione più antichi e più profondi sono costituiti da scaglie di marmo appiattite, delle dimensioni dei ciottoli, di età pre-romana e romana. In molte località questi detriti sono asso-