

3. GEOLOGIA DELLE AREE URBANE DELLA SICILIA ORIENTALE

L. Tortorici

3.1 Introduzione

Nell'ambito del presente progetto di ricerca sono stati condotti studi atti a definire l'assetto geologico di dettaglio delle principali aree urbane della Sicilia orientale al fine di ottenere informazioni utili sulla natura geologica del substrato su cui i vari centri urbani hanno trovato sviluppo. La ricostruzione dettagliata del sottosuolo delle aree urbane ha infatti consentito di porre un vincolo preciso per tutti gli studi sugli effetti di sito e sulla valutazione di possibili scenari di danneggiamento da terremoto. Le ricerche sono state eseguite nelle aree urbane di Catania, Augusta e Siracusa e sono state condotte a scala 1:5000 mediante l'integrazione di osservazioni di superficie e dati di sottosuolo derivanti sia dai logs di sondaggi geognostici e di pozzi per acqua che dall'analisi dei dati geofisici disponibili. L'insieme dei dati ha permesso di definire in dettaglio l'andamento degli orizzonti più superficiali delle aree urbane studiate e a fornire la distribuzione geometrica dei vari corpi litostratigrafici del sottosuolo caratterizzati sulla base delle loro proprietà geomeccaniche.

Sono stati condotti inoltre studi sismotettonici al fine di identificare le strutture recenti ed attive che interessano la Sicilia orientale definendone le possibili relazioni con la sismicità. Infine, per la città di Catania si è proceduto ad una simulazione "strong ground motion" preliminare per verificare la distribuzione dei picchi di accelerazione indotti da eventi sismici caratterizzati da differenti localizzazioni e magnitudo.

3.2 Inquadramento tettonico

La Sicilia orientale, la quale è parte della porzione più meridionale dell'Arco calabro, rappresenta un'area tettonicamente attiva interessata da frequenti eventi sismici e da un intenso vulcanesimo. Le maggiori e più evidenti strutture della regione sono rappresentate da un sistema di faglie normali che si estende in modo continuo lungo il bordo tirrenico dell'arco, prolungandosi, attraverso lo Stretto di Messina, lungo la costa ionica della Sicilia fino a raggiungere gli Iblei orientali (Tortorici *et al.*, 1986; 1995a; Westaway, 1992; 1993; Monaco and Tortorici, 1995; Monaco *et al.*, 1997; Stewart *et al.*, 1997).

Questo sistema di faglie estensionali (Siculo-Calabrian rift zone; Monaco *et al.* 1997), che si estende per una lunghezza complessiva di circa 370 km, è costituito da differenti segmenti caratterizzati da lunghezze variabili da 10 a 50 km, hanno controllato durante il Pleistocene l'evoluzione dei maggiori bacini sedimentari della regione. Questi

segmenti deformano i depositi quaternari e sono marcati da imponenti scarpate caratterizzate da una morfologia giovane che definisce i fronti delle principali aree montuose della regione (Catena Costiera, Aspromonte, Serre, Peloritani and Iblei). In particolare in Sicilia orientale i segmenti di faglia sono localizzati prevalentemente nelle aree dell'off-shore ionico bordando i monti Peloritani e l'altopiano Ibleo, che nel loro insieme formano il footwall di questa zona estensionale.

Dal punto di vista sismologico questa regione, così come l'intero Appennino meridionale costituisce un'area particolarmente attiva essendo stata interessata da numerosi eventi crostali (Postpischl, 1985; Boschi *et al.*, 1995; 1997), che hanno raggiunto un'intensità MCS del X-XI grado, pari a $6 < M < 7.4$. Nel loro insieme gli epicentri di questi terremoti definiscono una fascia sismica che include i più grandi terremoti della regione come la sequenza calabrese del 1783, il terremoto di Monteleone del 1905, il terremoto di Messina del 1908 ed infine il terremoto siciliano del 1693. La distribuzione epicentrale di questi terremoti crostali mostra che la maggior parte degli eventi sono localizzati al tetto delle maggiori faglie normali quaternarie, suggerendo un legame tra queste strutture estensionali e l'attività sismica della regione.

3.3 Le faglie attive della sicilia orientale

In Sicilia orientale il sistema di faglie estensionali è formato da differenti segmenti che si estendono con direzioni NNE e SSW lungo la costa ionica. I principali segmenti di faglia comprendono la faglia Messina-Taormina, i segmenti di Piedimonte e S.Alfio-Acireale, i quali si estendono alla base del fianco orientale dell'Etna, la faglia occidentale, localizzata lungo l'offshore ionico prospiciente il margine ibleo, e le faglie di Avola e di Rosolini-Pozzallo.

La faglia Messina-Taormina è rappresentata da una faglia normale che, immergendo verso est, si estende per circa 30 km lungo la costa ionica che borda i Peloritani i quali rappresentano il blocco rialzato di questa struttura. L'attività tettonica quaternaria di questa faglia è chiaramente indicata infatti dalla presenza di numerosi livelli di terrazzi marini di paleolinee di costa oloceniche incisi nel basamento cristallino (Firth *et al.*, 1996). Sedimenti d'età tirreniana (125 ky) affioranti a quote di circa 130 metri s.l.m. (Bonfiglio, 1991) e linee di costa aventi età di 5 ky sollevate fino a 5 m s.l.m. (Stewart *et al.*, 1997) suggeriscono un tasso di sollevamento minimo di circa 1 mm/yr del footwall della faglia Messina-Taormina.

A Sud di Taormina il sistema di faglie normali si estende in terra dove è rappresentato dalla faglia di Piedimonte, un segmento che si estende per circa 15 km lungo una direzione NNE. Questa faglia è caratterizzata da una scarpata rettilinea alta circa 60 m che interessa prodotti vulcanici etnei aventi un'età di 35 kyr implicando un movimento verticale lungo il piano di faglia di 1.7 mm/yr (Monaco *et al.*, 1997).

Verso Sud le faglie assumono una direzione NNW formando la zona di faglia S.Alfio-Acireale che si estende per circa 20 km lungo la base del versante orientale del M.te Etna. Questa zona di faglia è costituita da numerosi segmenti che, orientati NNW, controllano la topografia mediante la creazione di scarpate rettilinee (Monaco *et al.*, 1997). Le principali faglie sono rappresentate dalla faglia di Acireale e di S.Alfio le quali, nell'insieme, immergendo verso est bordano una depressione tettonica riempita da depositi conoidali ricoperti da lave d'età tardo wurmiana-olocenica. La faglia di S. Alfio, nelle sue porzioni settentrionali forma una scarpata rettilinea alta 120 m e tronca rocce basaltiche d'età compresa tra 80 ky e 60 ky, suggerendo un'attività caratterizzata da una componente verticale dell'ordine di 1.5-2.0 mm/yr. Lungo la sua terminazione meridionale la faglia di S.Alfio interessa due colate di lava preistoriche con età variabile tra i 5 kyr e i 2.4 kyr le quali vengono dislocate di circa 5 m, suggerendo una componente verticale di movimento di 1.0-2.1 mm/yr. La faglia di Acireale si estende lungo la costa formando una falesia alta circa 190 m ed interessando prodotti con età comprese tra 168 e 100 kyr suggerendo una componente verticale del movimento di 1.1-1.9 mm/yr (Monaco *et al.*, 1997). L'intero sistema S.Alfio-Acireale sembra essere sismicamente attivo con terremoti superficiali di magnitudo compresa tra 4 e 6 (intensità massime MCS □ IX) negli ultimi 150 anni, con gli eventi a più alta intensità che hanno generato piccole rotture di superficie (Grassi, 1865; Silvestri, 1883; Riccò, 1912; Platania, 1922; Cumin, 1954; Ruscetti and Di Stefano, 1971; Monaco *et al.*, 1995; 1997).

Tra Catania e Siracusa il sistema di faglie continua nell'off-shore ionico dove è caratterizzato da numerosi segmenti ad andamento NNW. Questi segmenti mostrano in generale un andamento en echelon con sovrapposizioni di tipo destro e sono rappresentati da due faglie maggiori che immergendo verso est interessano l'intera crosta ionica definendo sul loro letto lo sviluppo di una serie di bacini sedimentari riempiti da sedimenti clastici sinrift del Quaternario medio-superiore (Hirn *et al.*, 1997; Bianca *et al.*, 1999). La faglia più importante di questo settore è rappresentata dalla faglia occidentale la quale si estende parallelamente alla linea di costa per una lunghezza complessiva di 45 km. Questo segmento interessa l'intera crosta assottigliata del dominio ionico e, riattivando verso le sue porzioni meridionali la scarpata ibleo-maltese, interessa il fondo marino creando scarpate rettilinee caratterizzate da altezze comprese tra 80 e 240 m (Bianca *et al.*, 1999). L'analisi dettagliata di numerosi profili sismici eseguiti perpendicolarmente alla faglia ha permesso di calcolare una componente verticale del movimento di circa 1.2 mm/yr negli ultimi 330 kyr (Bianca *et al.*, 1999).

Verso Sud il sistema di faglie normali riprende una direzione NE e interessa le porzioni emerse dove esso è rappresentato dalla faglia di Avola e dalle faglie Rosolini-Pozzallo.

La faglia di Avola si estende per circa 20 km separando le montagne di Avola dalla pianura costiera. La faglia controlla la topografia ed è caratterizzata da una scarpata rettilinea alta circa 290 m. Interessa depositi terrazzati d'età di 430 kyr ed ha condizionato lo sviluppo delle linee di drenaggio sia a tetto che a letto. Lo studio dettagliato delle caratteristiche del drenaggio e dei depositi terrazzati marini interessati dalla deformazione ha consentito di valutare una componente verticale del movimento di circa 0.7 mm/yr (Bianca *et al.*, 1999).

A sud di Noto la deformazione viene distribuita in una serie di faglie normali (segmento Rosolini-Pozzallo), orientate NE-SW, che causano un'intensa reincisione del reticolo idrografico nei settori rialzati. Queste faglie formano delle scarpate rettilinee che raggiungono l'altezza di 70 m in corrispondenza dell'abitato di Ispica. Poco a NE dell'abitato di Rosolini, la faglia principale del sistema è affiancata da una faglia antitetica che forma un piccolo graben in corrispondenza del quale si sviluppano valli reincise, deviazioni e catture fluviali. Considerato che la faglia principale rigetta una spianata tirreniana, si può affermare che essa sia caratterizzata da un tasso di movimento verticale, a partire da 120 ka, di circa 0,5 mm/a.

La storia sismica della Sicilia orientale comprende gli eventi a più alta intensità che si sono verificati nell'intera Italia meridionale quali quelli del 1169 e del 1693 i quali raggiunsero un'intensità MCS dell'XI grado (M₇). In particolare le due scosse del 9 e dell'11 gennaio 1693, che devastarono quasi completamente l'intera Sicilia sud-orientale, sono state attribuite a movimenti avvenuti lungo la faglia di Avola (scossa del 9 gennaio) e lungo la faglia occidentale (scossa dell'11 gennaio) localizzata nell'off-shore ionico (Bianca *et al.*, 1999).

3.4 Geologia dell'area urbana di catania

La città di Catania si estende lungo la costa ionica alle pendici sud-orientali dell'Etna. La geologia della città è pertanto il risultato dell'azione combinata di tre principali processi connessi alla dinamica costiera controllata durante il Quaternario da numerosi cambiamenti del livello eustatico, all'attività tettonica e vulcanica ed infine, e non ultimo, ai processi antropici che ne hanno modificato e condizionato lo sviluppo a partire dall'età del bronzo.

La città nel suo insieme si sviluppa lungo un pendio intagliato da numerosi terrazzi marini. Il substrato è costituito da una sequenza argillosa spessa fino a 600 m del Quaternario inferiore-medio (Wezel, 1967) che evolve verso l'alto a intervalli sdabbioso-conglomeratici del Mindel-Riss (Kieffer, 1971), ricoperto in discordanza da una serie di depositi terrazzati di origine marina (Kieffer, 1971; Chester and Duncan, 1982; Monaco, 1997). Questi depositi terrazzati, costituiti da depositi sabbioso limosi e

conglomeratici attribuiti ad età variabili tra i 200 kyr ed i 40 kyr, si ritrovano a differenti altitudini suggerendo un forte sollevamento dell'intera area occupata dalla città, il quale è stato attribuito agli effetti delle faglie normali attive che si estendono lungo l'off-shore ionico e lungo il bordo orientale etneo (Bianca et al., 1999).

Questo substrato, litologicamente eterogeneo, è profondamente inciso da una serie di profonde valli fluviali riempite da colate di lava le quali costituiscono il litotipo più rappresentativo dell'area urbana della città di Catania. Questi prodotti magmatici sono rappresentati da colate di lave basaltiche che fluendo dai quadranti occidentali hanno invaso il centro urbano in tempi storici e preistorici es. colate del 252, 1381, 1693 A.D.). La parte più antica della città registra inoltre gli effetti del catastrofico terremoto del 1693 le cui macerie costituiscono oggi un livello stratigrafico ben distinguibile. Da ciò risulta come la geologia della città di Catania sia caratterizzata da importanti variazioni sia laterali che verticali di differenti orizzonti litostratigrafici i quali sono stati raggruppati in sette maggiori unità principali di cui viene di seguito fornita una breve descrizione accompagnata dalla velocità stimata delle Vs.

Argille grigio azzurre

Questo litotipo costituisce il substrato geologico della città su cui giacciono tutte le unità litologiche più superficiali. Potente fino a circa 600 metri è rappresentato da una monotona sequenza di argille ed argille marnose compatte (sovracconsolidate) di colore grigio azzurro, contenenti sottili livelli centimetrici di piroclastiti a granulometria medio-fine e sabbie giallastre a granulometria fine. Queste intercalazioni clastiche sono percentualmente irrilevanti e non condizionano le caratteristiche geotecniche dell'ammasso argilloso. A luoghi sono presenti intercalazioni lenticolari spesse fino a qualche decina di metri di lave tholeitiche sia in giacitura sottomarina (lave a pillow) che subaerea. Questi corpi litoidi non influenzano le caratteristiche generali dell'ammasso in quanto estremamente localizzate sia in spessore che in estensione.

$$V_s = 0.5 \pm 0.1 \text{ km/sec}$$

Sabbie e ghiaie

Al di sopra delle argille marnose grigio azzurre si ritrova un intervallo spesso fino a circa 40 metri di prevalenti sabbie giallastre a stratificazione incrociata, scarsamente cementate e con granulometria medio-fine. A tetto del corpo sabbioso si ritrovano livelli di conglomerati eterometrici spessi fino a circa 10 metri. Questo litotipo prevalentemente è presente nella zona meridionale della città (profili 3, 6 e 8). In sottosuolo è presente con spessori limitati nella zona orientale del nucleo abitativo della città (profili 2L e 4L). Questo litotipo costituisce un acquifero superficiale di scarsa capacità.

$$V_s = 0.4 \text{ km/sec}$$

Terrazzi marini

Nella parte centrale del nucleo abitativo, al di sopra delle argille marnose grigio azzurre si ritrovano una serie di corpi lenticolari che, raggiungendo spessori massimi di circa 20-30 metri, si estendono lungo quote ben definite marcando antichi stazionamenti del livello marino. Litologicamente questi corpi sono costituiti prevalentemente da un'alternanza di sottili livelli di argille ed argille siltose di colore giallastro e di sabbie a granulometria medio-fine. A luoghi sono presenti anche corpi lentiformi di conglomerati poligenici eterometrici ricchi in matrice. Mediamente il rapporto pelite/sabbia può essere stimato intorno a 1. Questo litotipo costituisce un acquifero sotterraneo di buona capacità.

$$V_s = 0.3 \pm 0.1 \text{ km/sec}$$

Tufiti

Nella zona collinare della città al di sopra dei sedimenti terrazzati affioranti a quota 170 metri s.l.m. (profilo 2L) si ritrova un orizzonte spesso fino a 5 metri costituito da piroclastiti, massive, ben compatte a granulometria da media a grossolana contenente livelli discontinui di lapilli aventi dimensioni da centimetriche a decimetriche.

$$V_s = 0.4 \pm 0.1 \text{ km/sec}$$

Lave

Costituiscono il litotipo prevalente affiorante nell'area più urbanizzata della città. Sono rappresentate da più unità laviche di età differente (sia storica che preistorica) che, separate da livelli scoriacei, si sovrappongono a formare corpi lentiformi che riempiendo paleovalli poggiano sui diversi termini sopra descritti. Le lave sono in genere massive e presentano un ammasso litoide omogeneo. A tratti, alla base e a tetto delle unità laviche, esse presentano struttura scoriacea e un'intensa fratturazione. Queste caratteristiche che diminuiscono le caratteristiche geomeccaniche intrinseche di questo litotipo sono anche presenti nelle ristrette aree in cui le colate laviche formavano cascate a causa di improvvisi salti morfologici. Questo litotipo raggiunge spessori massimi di oltre 50 metri e costituisce l'acquifero sotterraneo principale dell'area urbana.

$$V_s = 1 \text{ km/sec}$$

Alluvioni attuali

Rappresentano i depositi alluvionali della pianura ed i sedimenti di spiaggia sub-attuali ed attuali. Sono costituiti da sabbie sciolte che affiorano in limitato spessore.

$$V_s \approx 0.3 \text{ Km/sec}$$

Terreni di riporto

Sono rappresentati nel centro storico di Catania e sono costituiti fondamentalmente dalle macerie del terremoto del 1693. Si tratta di materiale antropico incoerente di dimensioni variabilissime generalmente scarsamente compattato che raggiunge i 10-12 metri di spessore.

$V_s \approx 0.1 \text{ Km/sec}$

3.5 Geologia dell'area urbana di Augusta

Il territorio di Augusta, dal punto di vista geologico è costituito da un substrato carbonatico caratterizzato da intrusioni laviche d'età cretacea sul quale una tettonica d'età quaternaria estensionale ha permesso l'individuazione di un semigraben riempito da un cuneo di sedimenti sabbioso-argillosi. Questo tipo di tettonica conferisce al territorio di Augusta una configurazione caratterizzata da un alto strutturale ad andamento NW-SE (Mte Tauro) in cui affiorano i sedimenti carbonatici con le intrusioni laviche, separato da una faglia ad alto angolo, non più attiva, dalle zone di bacino ove si colloca prevalentemente l'abitato di Augusta. Tale bacino è riempito da sedimenti pelitici e sabbioso-calcarenitici d'età quaternaria su cui si sovrappongono diverse unità litologiche terrigene d'età fino ad olocenica.

Sono state distinte sette unità litotecniche principali di cui viene di seguito fornita una breve descrizione accompagnata dalla velocità stimata delle V_s .

Vulcaniti cretacee

Questo litotipo, nell'area studiata, costituisce il termine litologico più profondo. Potente fino a circa 500 metri, è costituito da vulcanoclastiti di colore bruno a granulometria fine e da lave basaltiche compatte. L'intero ammasso litoide è inoltre attraversato da filoni basaltici di spessore da decimetrico a metrico. Nell'insieme questo litotipo presenta bassissima permeabilità a causa del diffuso stato di argillificazione.

$V_s = 350 \text{ m/sec}$ (valori da sismica a rifrazione)

Sedimenti carbonatici

Al di sopra delle vulcaniti cretacee si ritrova un intervallo costituito dalle sequenze carbonatiche che caratterizzano l'altopiano ibleo. Si tratta di calcareniti compatte ben stratificate, calcari algali compatti, brecce calcaree e calciruditi ben cementate. Affiorano nell'alto di M.te Tauro e costituiscono un buon acquifero essendo caratterizzati da elevata permeabilità sia per porosità che per fratturazione. Questo litotipo presenta spessori variabili da qualche metro lì dove giace direttamente sulle

vulcaniti fino a diverse centinaia di metri (500-600 m) lì dove invece presenta dei rapporti laterali.

$V_s = 950-1400$ m/sec (valori da sismica a rifrazione)

Sabbie e sabbie argillose

Al di sopra sia delle vulcaniti cretacee che dei sedimenti carbonatici sopra descritti si ritrova un intervallo spesso fino a circa metri di prevalenti sabbie argillose e sabbie giallastre a stratificazione incrociata, scarsamente cementate e con granulometria medio-fine. Alla base del corpo sabbioso si ritrovano livelli di conglomerati eterometrici spessi fino a qualche metro. Questo litotipo è presente prevalentemente in sottosuolo nella zona di bacino ed è caratterizzato da spessori di circa 20 m.

$V_s = 400$ m/sec

Argille grigio azzurre

Questo litotipo costituisce il riempimento del semigraben quaternario e rappresenta l'immediato substrato geologico della città su cui giacciono tutte le unità litologiche più superficiali. Potente fino a circa 200 metri è rappresentato da una monotona sequenza di argille ed argille marnose compatte (sovracconsolidate) di colore grigio azzurro, contenenti nelle parti sommitali sottili livelli centimetrici di sabbie giallastre a granulometria fine. Queste intercalazioni clastiche sono percentualmente irrilevanti e non condizionano le caratteristiche geotecniche dell'ammasso argilloso.

$V_s = 600$ m/sec (da prove down hole)

Calcareniti

Nella parte centrale dell'area di bacino, al di sopra delle argille grigio azzurre si ritrovano una serie di corpi tabulari che, raggiungendo spessori massimi di circa 8 metri, si estendono con giaciture suborizzontali. Litologicamente questi corpi, su cui è costruito il centro storico della città di Augusta, sono costituiti prevalentemente da calcareniti poco consolidate, di colore giallastro a granulometria da media a grossolana.

$V_s = 350$ m/sec (valori da sismica a rifrazione)

Limi e sabbie

Nella zona di Contrada Saline, al disopra delle argille grigio azzurre si ritrova un orizzonte spesso fino ad un massimo di 20 metri costituito da prevalenti limi e limi sabbiosi contenenti intercalazioni metriche di sabbie giallastre a granulometria medio fine e di calcareniti scarsamente cementate d'età olocenica.

$V_s = 250$ m/sec (da prove down hole)

Brecce calcaree

Lateralmente la formazione precedentemente descritta passa lateralmente ad un orizzonte costituito da brecce calcarenitiche scarsamente consolidate con intercalazioni di livelli decimetrici di sabbie a granulometria fine.

$V_s = 150$ m/sec

Detriti

Si ritrovano prevalentemente alla base della scarpata del M.te Tauro dove costituiscono degli ammassi naturali e lungo i bordi del centro storico di Augusta dove sono costituiti da ammassi antropici. Si tratta, nel primo caso di brecce calcaree non consolidate e nel secondo di blocchi calcarenitici e materiale antropico scarsamente compattati.

$V_s = 100$ m/sec

3.6 Geologia dell'area urbana di siracusa

L'area su cui sorge il centro urbano di Siracusa ricade lungo la costa orientale dell'altopiano ibleo. In quest'area il substrato è caratterizzato da successioni carbonatiche terziarie contenenti intrusioni laviche d'età cretacea, che nel loro insieme presentano una giacitura di tipo tabulare. Quest'area presenta i segni del sollevamento quaternario rappresentati dalla progressiva emersione di un'area tabulare in cui sono ben conservati diversi ordini di terrazzi marini sia deposizionali che erosivi.

Sono state distinte sette unità litotecniche principali di cui viene di seguito fornita una breve descrizione accompagnata dalla velocità stimata delle V_s .

Vulcaniti cretacee

Questo litotipo, nell'area studiata, costituisce il termine litologico più profondo. Potente fino a circa 500 metri, è costituito da vulcanoclastiti di colore bruno-giallastro a granulometria arenitico-ruditica. Localmente sono presenti livelli di lave basaltiche compatte, talora argillificate per alterazione, e brecce vulcanoclastiche. L'intero ammasso litoide è inoltre attraversato da filoni basaltici di spessore da decimetrico a metrico. Nell'insieme questo litotipo presenta bassissima permeabilità a causa del diffuso stato di argillificazione.

$V_s = 350$ m/sec (valori da sismica a rifrazione)

Sedimenti carbonatici

Al di sopra delle vulcaniti cretacee si ritrova un intervallo costituito dalle sequenze carbonatiche che caratterizzano l'altopiano ibleo orientale. Questi sedimenti sono inclusi in due sequenze principali conosciute in letteratura come Formazione dei Monti Climiti

e Formazione di Monte Carruba. La prima formazione poggia direttamente sulle vulcaniti cretacee e presenta spessori variabili da 20 ad 80 metri raggiungendo in sottosuolo spessori massimi fino a circa 400 metri. Essa è caratterizzata da calcareniti compatte ben stratificate, calcari algali compatti, brecce calcaree e calciruditi ben cementate. La Formazione di Monte Carruba, potente circa 10-20 metri, è invece rappresentata da una fitta alternanza di calcareniti compatte e marne calcaree, che affiorano prevalentemente nell'area di Ortigia. Da un punto di vista delle caratteristiche meccaniche queste formazioni possono essere considerate unitariamente.

$V_s = 950-1400$ m/sec (valori da sismica a rifrazione)

Trubi

Nel settore meridionale dell'area studiata, a Punta Castelluccio, al di sopra della Formazione di Monte Carruba, affiora una sequenza, spessa fino a 15 metri, di marne calcaree e calcari marnosi di colore biancastro, ben consolidate (profilo 5). A luoghi questa sequenza si arricchisce di livelli siltoso sabbiosi.

$V_s = 500$ m/sec (valori stimati)

Argille sabbiose e sabbie

Al di sopra dei sedimenti carbonatici sopra descritti si ritrova un intervallo spesso fino a circa 20 metri di prevalenti argille sabbiose passanti lateralmente a sabbie giallastre a stratificazione incrociata, scarsamente cementate e con granulometria medio-fine. Questo litotipo è presente prevalentemente in sottosuolo nella zona della stazione ferroviaria (profili 1 e 5).

$V_s = 400$ m/sec

Calcareniti

Nella parte meridionale dell'area urbana, al di sopra delle sequenze sopra descritte, si ritrovano una serie di corpi tabulari che, raggiungendo spessori massimi di circa 20 metri, si estendono con giaciture suborizzontali. Litologicamente questi corpi, su cui è costruito gran parte dell'abitato di Siracusa, sono costituiti prevalentemente da calcareniti poco consolidate, di colore giallastro a granulometria da media a grossolana.

$V_s = 350$ m/sec (valori da sismica a rifrazione)

Depositi alluvionali e di spiaggia attuale

Rappresentano i depositi alluvionali delle aree di pianura ed i sedimenti di spiaggia sub-attuali ed attuali presenti anche nel Golfo di Siracusa. Sono costituiti da sabbie sciolte che affiorano in limitato spessore.

$V_s \approx 0.3$ Km/sec (stimata)

Terreni di riporto

Sono rappresentati nel centro storico di Siracusa nell'area di Ortigia e sono costituiti da materiale antropico incoerente di dimensioni variabilissime generalmente scarsamente compattato che raggiunge i 6-8 metri di spessore.

Vs \approx 0.1 Km/sec (stimata)

3.7 Simulazione strong ground motion

Nell'ambito della città di Catania è stato inoltre condotto uno studio sugli effetti di sito e di risposta del suolo basato su simulazioni e creazione di sismogrammi sintetici. Sono stati considerati tre scenari con terremoti di magnitudo comprese tra 5.5 e 7.0 e distanze epicentrali nell'intervallo 12-35 km. Lo studio, basato sui dati di circa 100 bore-holes di cui si disponeva dei parametri geotecnici e geofisici ha confermato la complessa situazione della geologia superficiale dell'area di Catania caratterizzata da un substrato argilloso ricoperto da numerosi corpi sia lavici che detritici (sabbie, conglomerati e materiale di riporto). Per ognuno dei siti corrispondenti ai bore-holes sono stati calcolati gli accelerogrammi sintetici ed i relativi spettri di risposta. I risultati esaltano l'importanza della geologia superficiale, in particolare la presenza di strati a bassa velocità Vs esalta il carico sismico, al contrario corpi caratterizzati da alta velocità Vs e da notevoli spessori (corpi lavici) agiscono come "attenuatori" dello scuotimento.

BIBLIOGRAFIA

- Bianca, M., Monaco, C. Tortorici, L., Cernobori, L. (1999): Quaternary normal faulting in south-eastern Sicily (Italy): a seismic source for the 1693 large earthquake. *Geophys. J. Int.*, in press.
- Bonfiglio, L. (1991): Correlazioni tra depositi a mammiferi, depositi marini, linee di costa e terrazzi medio e tardo pleistocenici nella Sicilia orientale. *Il Quaternario*, **4**, 205-214.
- Boschi, E., Ferrari, G., Gasperini, P., Guidoboni, E., Smriglio G., Valensise, G. (1995): *Catalogo dei forti terremoti in Italia dal 461 a.c. al 1980*. Istituto Nazionale di Geofisica, S.G.A., Roma.
- Boschi, E., Guidoboni, E., Ferrari, G., Valensise, G., Gasperini, P. (1997): *Catalogo dei forti terremoti in Italia dal 461 a.c. al 1990*. Istituto Nazionale di Geofisica, S.G.A., Roma.
- Chester, D.K., Duncan, A.M., (1982): The interaction of volcanic activity in Quaternary times upon the evolution of the Alcantara and Simeto rivers, Mt. Etna, Sicily. *Catena*, **9**, 319-342.
- Cumin, G. (1954) Il terremoto di Codavolpe (versante orientale dell'Etna) dell'8/4/1950. *Boll. Acc. Gioenia Sc. Nat., Catania*, **4**, 474-483.
- Dumas, B., Gueremy, P., Lhenaff, R., Raffy, J. (1978): Relief et néotectonique de la facade orientale du detroit de Messine (Calabre, Italie). *Trav. R.C.P. CNRS*,

- Firth, C., Stewart, I., McGuire, W.J., Kershaw, S., Vita-Finzi, C. (1996): Coastal elevation changes in eastern Sicily: implications for volcano instability at Mount Etna. In *Volcano Instability on the Earth and Other Planets*, eds W.J. McGuire, A.P. Jones and J. Neuberg, pp. 153-167. Geological Society Special Publication 110.
- Grassi, G. (1865): *Relazione storica ed osservazioni sulla eruzione etnea del 1865 e su tremuoti flegrei che la seguirono*. Tip. Galatola, Catania.
- Hirn, A., Nicolich, R., Gallart, J., Laigle, M., Cernobori, L., ETNASEIS Scientific Group (1997): Roots of Etna volcano in faults of great earthquakes. *Earth and Planetary Science Letters*, **148**, 171-191.
- Kieffer, G. (1971): Dépôts et niveaux marins et fluviatiles de la région de Catane (Sicile). *Méditerranée*, **5-6**, 591-626.
- Monaco, C., Petronio, L., Romanelli, M. (1995): Tettonica estensionale nel settore orientale del Monte Etna (Sicilia). *Studi Geologici Camerti*, Volume Speciale No 2, 363-374.
- Monaco, C., Tapponier, P., Tortorici, L., Gillot, P.Y. (1997): Late Quaternary slip rates on the Acireale-Piedimonte normal faults and tectonic origin of Mt. Etna (Sicily), *Earth planet. Sci. Lett.*, **147**, 125-139.
- Monaco, C., Tortorici, L. (1995): Tettonica estensionale quaternaria nell'Arco Calabro e in Sicilia orientale. *Studi Geologici Camerti*, Volume Speciale No 2, 351-362.
- Monaco, C., Tortorici, L., Nicolich, R., Cernobori, L., Costa, M. (1996): From collisional to rifted basins: an example from the southern Calabrian arc (Italy). *Tectonophysics*, **266**, 233-249.
- Platania, G. (1992): Terremoto a Codavolpe (Etna) del Settembre 1920. *Boll. R. Oss. Geodin. Catania*, **3-4**, 2-8.
- Postpischl D. (1985): *Catalogo dei terremoti italiani dall'anno 1000 al 1980*. CNR, P.F. Geodinamica, Graficop Bologna.
- Riccò, A. (1912): Fenomeni geodinamici consecutivi alla Eruzione Etnea del Settembre 1911. *Boll. Soc. Sism. It.*, **16**, 11-32.
- Riuscetti, M., Distefano, R. (1971): Il Terremoto di Macchia (Catania). *Boll. Geof. Teor. ed Appl.*, **13**, 150-164.
- Silvestri, O. (1883): Sulla esplosione etnea del 22 Marzo 1883 in relazione ai Fenomeni vulcanici (Geodinamici ed Eruttivi) presentati dall'Etna durante il quadriennio compreso dal Gennaio 1880 al Dicembre 1883. Osservazioni e studi. *Atti Acc. Gioiemia Sc. Nat., Catania*, **3**, 237-421.
- Stewart, I., Cundy, A., Kershaw, S., Firth, C. (1997): Holocene coastal uplift in the Taormina area, northeastern Sicily: implications for the southern prolongation of the Calabrian seismogenic belt. *J. Geodynamics*, **24**, 37-50.
- Tortorici, L., Tapponnier, P., Winter, T. (1986): Faulting during the 1783 Calabria earthquakes and tectonics of the Messina Strait. *AGU, EOS*, **67**, 1188.
- Tortorici, L., Monaco, C., Tansi, C., Cocina, O. (1995): Recent and active tectonics in the Calabrian Arc (Southern Italy). *Tectonophysics*, **243**, 37-55.
- Westaway, R. (1992): Seismic Moment Summation for Historical Earthquakes in Italy: Tectonic Implications. *J. Geophys. Res.*, **97**, 15437-15464.
- Westaway, R. (1993): Quaternary uplift of Southern Italy. *J. Geophys. Res.*, **98**, 21741-21722.
- Wezel, F.C. (1967): I terreni quaternari del substrato dell'Etna. *Atti Acc. Gioiemia Sc. Nat. Catania*, **6**, 271-282.