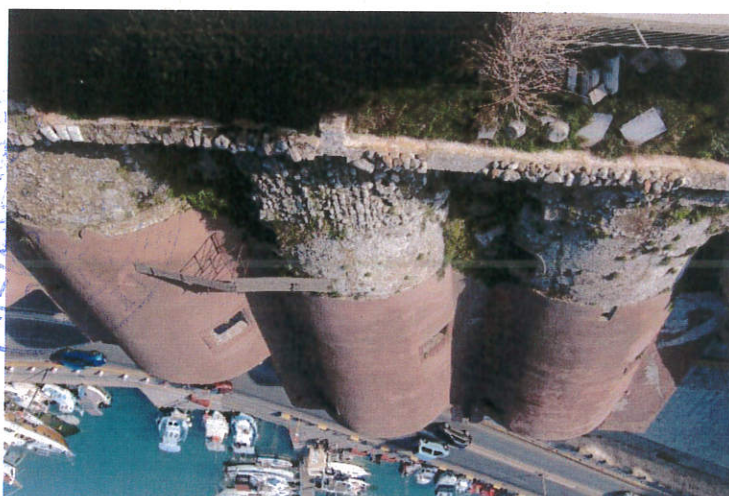


Μάιος 2022

Νεφέλη Αυέπου, Χηµικός.

Καλή Καπετανάκη, Πολιτικός Μηχανικός MSc.

Claire Oiry, Αρχιτέκτων Μηχανικός MSc.

**Μέλη οµάδας:****Επιστηµονικά Υπεύθυνη: Καθηγήτρια Πάωλα-Νόνη Μαπαβελάκη****Ερευνητική οµάδα:**

4765537/6.10.23  
nov 13 2024

ΕΡΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΝΑΨΗ ΚΟΝΙΑΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΛΙΘΩΝ  
ΔΥΤΙΚΑ ΝΕΩΡΙΑ ΚΑΙ ΑΝΑΤΟΛΙΚΟ ΝΕΩΡΙΟ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ

**ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΕΡΓΟ**

Εργαστήριο Ψαλίων Πολιτιστικής Κληρονομιάς και Σύγχρονης Δόμησης  
Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Πολυτεχνείο Κρήτης  
www.machmob.tuc.gr, email: pmaravelaki@isc.tuc.gr, τηλ 2821037661, 7663  
Διευθύντρια : Καθηγήτρια Πάωλα-Νόνη Μαπαβελάκη



MachMob  
Materials for  
Cultural Heritage  
& Modern Building



Εργαστήριο Υλικών Πολιτιστικής Κληρονομιάς και Σύγχρονης Δόμησης  
Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Πολυτεχνείο Κρήτης  
[www.machmob.tuc.gr](http://www.machmob.tuc.gr), email: [pmaravelaki@isc.tuc.gr](mailto:pmaravelaki@isc.tuc.gr), τηλ 2821037661, 7663  
Διευθύντρια : Καθηγήτρια Πάωλα Νόνη Μαργαλάκη

MACHMOB  
Materials for  
Cultural Heritage  
& Modern Building



ΠΡΟΤΥΠΟ  
ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑΣ  
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ  
ΚΑΙ ΣΠΟΡΤΣ

|                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------|----|
| 1. Εισαγωγή.....                                              | 3  |
| 2. Περιγραφή Τεχνικών ανάλυσης.....                           | 4  |
| 2.1 Μικροσκοπία                                               | 4  |
| 2.2 Κοκκομετρική διαβάθμιση                                   | 4  |
| 2.3 Ορυκτολογική ανάλυση XRD                                  | 4  |
| 2.4 Φθορισμομετρία Ενεργειακής Διασποράς Ακτίνων Χ (EDXRF)    | 4  |
| 2.5 Προσδιορισμός Ανθρακικού Αβέσθιου- Αβέσθιου Bernard       | 5  |
| 2.6 Υπέυθυρη Φασματοσκοπία με μετασχηματισμό Fourier (FTIR)   | 5  |
| 2.7 Προσδιορισμός Ευδιάλυτων Αλάτων                           | 6  |
| 2.8 Προσδιορισμός Ολικού Ανοίχτου Πορώδους                    | 7  |
| 2.9 Προσδιορισμός Πυκνότητας                                  | 7  |
| 3. Αποτελέσματα και συζήτηση.....                             | 8  |
| 3.1 Μακροσκοπική περιγραφή δειγμάτων                          | 8  |
| 3.2 Μικροσκοπική ανάλυση δειγμάτων                            | 27 |
| 3.2. Κοκκομετρική ανάλυση                                     | 39 |
| 3.3. Χημική ανάλυση δειγμάτων                                 | 43 |
| 3.3.1. Φθορισμομετρία Ενεργειακής Διασποράς Ακτίνων Χ (EDXRF) | 43 |
| 3.3.2 Προσδιορισμός Ποσοστού Ανθρακικού Αβέσθιου              | 57 |
| 3.3.2. Φάσματα FTIR                                           | 58 |
| 3.3.3. Προσδιορισμός των υδατοδιαλυτών αλάτων                 | 75 |
| 3.3.4. Σύγκριση FTIR και XRF (EDXRF)                          | 76 |
| 3.4. Φυσικές ιδιότητες                                        | 80 |
| 3.4.1. Προσδιορισμός υγρασίας και πορώδους                    | 80 |
| 3.4.2. Προσδιορισμός πυκνότητας                               | 81 |
| 3.5. Σύμπερασμα ανάλυσης κοινάμάτων                           | 82 |
| Βιβλιογραφία.....                                             | 82 |



1. Εισαγωγή

Στο πλαίσιο της έρευνας αναλύθηκαν 16 ιστορικά κοινωμάτα από τα Νεώρια του Ηρακλείου και 7 λίθοι. Συγκεκριμένα, ο στόχος της παρούσας έρευνας ήταν ο χαρακτηρισμός των κοινωμάτων ως προς τη σύνθεση, το πορώδες, το είδος και το ποσοστό αδρανών ώστε να μπορέσει να προσφέρει 2 συμβατές συνθέσεις κοινωμάτων για την αποκατάσταση του μνημείου στον επόμενο στάδιο.

Η παρούσα μελέτη εκπονήθηκε στο Εργαστήριο Υλικών Πολυτεχνικής Κληρονομιάς και Σύγχρονης Δόμησης με Δ/τρια και επιστημονικά υπεύθυνη την καθηγήτρια κ. Νόνη Μαργαβέλακη.

Το περιεχόμενο της εν λόγω αναφοράς είναι η ανάλυση των ιστορικών δομικών υλικών των Νεωρίων του Ηρακλείου και περιλαμβάνει τα εξής στάδια:

1. Δειγματοληψία έπεται από σχετική άδεια της Υπηρεσίας Νεωτέρων Μνημείων
2. Ταξινόμηση δειγμάτων και δημιουργία δελτίων δειγμάτων
3. Αναλύσεις δειγμάτων

Για την κωδικοποίηση των δειγμάτων ακολουθήθηκε η εξής λογική:

MC□<sub>1</sub>-□<sub>2</sub>

Όπου:

MC: Κωδικοποίηση δειγμάτων που προέρχονται από τα Νεώρια του Ηρακλείου

1: Σχηματίζονται:

- m για κοινώμα αργολιθοδομής (rubble masonry mortar),
- pl για επίχρυσμα (plaster),
- j για κοινώμα αργολόγησης (joint mortar),
- s για λίθο (stone).

2: Αύξων αριθμός δείγματος

Οι αναλύσεις φασματοσκοπίας θορυσμού ακτίνων Χ, έγιναν στο Εργαστήριο Αναλυτικής και Περιβαλλοντικής Χημείας, της Σχολής ΜΗΧΟΤ-ΠΚ, σε συνεργασία με τον καθηγητή και Αντιπρόεδρο του Πόλυτεχνείου Κρήτης κ. Ν. Καλλιόπου. Η φασματοσκοπία ΧΡΧρησιμοποιείται τόσο για ποιοτική όσο και για ποσοτική στοιχειακή ανάλυση στερεών, κατά την πειραματική διαδικασία στο ανατομοκοπτικό θορυσμού ακτίνων Χ εκπαιστώνται φωτόνια από μια πηγή και προσπίπτουν στο προς εξέταση δείγμα. Κατά την ακτινοβολήση ενός ατόμου με φωτόνια κατάλληλης ενέργειας (στην περίπτωση των ακτίνων Χ) εκπέμπονται από το άτομο ακτίνες Χ που αντιστοιχούν με τη μετακίνηση ηλεκτρονίων με μεταβολές ενεργειακών επιπέδων. Όταν η ενεργειακή των φωτονίων ηλεκτρονίων είναι μεγαλύτερη από την ενέργεια που απαιτείται για να μετακινηθεί ένα ηλεκτρόνιο από το σπείρμα στην κατάσταση βασική, τότε θα προκύψουν ακτινοβολίες, οι οποίες εκπέμπονται με διαφορετικές συχνότητες και ενισχύονται. Τότε θα προκύψουν διαφορετικές δειγμάτων-Χ στα πλάσματα των κρυσταλλικών φάσεων του δείγματος. Όταν μονοχρωματική δέσμη ακτίνων Χ προσπίπτει στο υλικό του δείγματος, προκαλείται και δίνει τη δυνατότητα προσδιορισμού των ορυκτολογικών συστατικών των δειγμάτων. Η μέθοδος της περιθλαστικής ακτίνων Χ (XRD) στηρίζεται στην περιθλαση των ακτίνων-Χ

## 2.4. Φθορισμική Διασποράς Ακτίνων Χ (EDXRF)

Η μέθοδος της περιθλαστικής ακτίνων Χ (XRD) στηρίζεται στην περιθλαση των ακτίνων-Χ και δίνει τη δυνατότητα προσδιορισμού των ορυκτολογικών συστατικών των δειγμάτων. Όταν μονοχρωματική δέσμη ακτίνων Χ προσπίπτει στο υλικό του δείγματος, προκαλείται σκέδαση των ακτίνων-Χ στα πλάσματα των κρυσταλλικών φάσεων του δείγματος. Έξοφισμένες δειγμάτων-Χ για ορισμένες μόνο γωνίες προσπίπτει της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, οι οποίες εκπέμπονται με διαφορετικές συχνότητες και ενισχύονται. Τότε θα προκύψουν διαφορετικές δειγμάτων-Χ στα πλάσματα των κρυσταλλικών φάσεων του δείγματος. Όταν μονοχρωματική δέσμη ακτίνων Χ προσπίπτει στο υλικό του δείγματος, προκαλείται και δίνει τη δυνατότητα προσδιορισμού των ορυκτολογικών συστατικών των δειγμάτων. Η μέθοδος της περιθλαστικής ακτίνων Χ (XRD) στηρίζεται στην περιθλαση των ακτίνων-Χ

## 2.3 Ορυκτολογική ανάλυση XRD

Η μέθοδος της περιθλαστικής ακτίνων Χ (XRD) στηρίζεται στην περιθλαση των ακτίνων-Χ και δίνει τη δυνατότητα προσδιορισμού των ορυκτολογικών συστατικών των δειγμάτων. Όταν μονοχρωματική δέσμη ακτίνων Χ προσπίπτει στο υλικό του δείγματος, προκαλείται σκέδαση των ακτίνων-Χ στα πλάσματα των κρυσταλλικών φάσεων του δείγματος. Έξοφισμένες δειγμάτων-Χ για ορισμένες μόνο γωνίες προσπίπτει της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, οι οποίες εκπέμπονται με διαφορετικές συχνότητες και ενισχύονται. Τότε θα προκύψουν διαφορετικές δειγμάτων-Χ στα πλάσματα των κρυσταλλικών φάσεων του δείγματος. Όταν μονοχρωματική δέσμη ακτίνων Χ προσπίπτει στο υλικό του δείγματος, προκαλείται και δίνει τη δυνατότητα προσδιορισμού των ορυκτολογικών συστατικών των δειγμάτων. Η μέθοδος της περιθλαστικής ακτίνων Χ (XRD) στηρίζεται στην περιθλαση των ακτίνων-Χ

## 2.2 Κοκκομετρική διαβάθμιση

Η μέθοδος της περιθλαστικής ακτίνων Χ (XRD) στηρίζεται στην περιθλαση των ακτίνων-Χ και δίνει τη δυνατότητα προσδιορισμού των ορυκτολογικών συστατικών των δειγμάτων. Όταν μονοχρωματική δέσμη ακτίνων Χ προσπίπτει στο υλικό του δείγματος, προκαλείται σκέδαση των ακτίνων-Χ στα πλάσματα των κρυσταλλικών φάσεων του δείγματος. Έξοφισμένες δειγμάτων-Χ για ορισμένες μόνο γωνίες προσπίπτει της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, οι οποίες εκπέμπονται με διαφορετικές συχνότητες και ενισχύονται. Τότε θα προκύψουν διαφορετικές δειγμάτων-Χ στα πλάσματα των κρυσταλλικών φάσεων του δείγματος. Όταν μονοχρωματική δέσμη ακτίνων Χ προσπίπτει στο υλικό του δείγματος, προκαλείται και δίνει τη δυνατότητα προσδιορισμού των ορυκτολογικών συστατικών των δειγμάτων. Η μέθοδος της περιθλαστικής ακτίνων Χ (XRD) στηρίζεται στην περιθλαση των ακτίνων-Χ

## 2.1 Μικροσκοπία

# 2. Περιγραφή Τεχνικών Ανάλυσης

Εργαστήριο Υλικών Πολιτιστικής Κληρονομιάς και Σύγχρονης Δόμησης  
Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Πόλυτεχνείο Κρήτης  
www.machmob.tuc.gr, email: pmatayelaki@isc.tuc.gr, τηλ 2821037661, 7663  
Διευθυντής: καθηγητής Νόνη Μαράβακη





Η υπέρυθρη ακτινοβολία, λόγω της μικρής της ενέργειας, δεν προκαλεί ηλεκτρονικές μεταπτώσεις αλλά διεγερσεις μεταξόνων ενέργειας των σταθμικών δόνησης και περιστροφής μορίων, ενώ το συντήρησης παραδοσιακών δομικών υλικών [5].

Η παρασκευή αυτή διαφέρει ελάχιστα από το πείραμα της παλαιότητας, διακρίνεται και από το φάσμα υπέρυθρης ακτινοβολίας της στην υπέρυθρη περιοχή του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος [4].

## 2.6. Υπέρυθρη Φασματοσκοπία με μετασχηματισμό Fourier (FTIR)

Εικόνα 1: Διάταξη αβεστομέτρου Bernard



Η περιγραφή της διάταξης παρουσιάζεται στην Εικόνα 1. Σε δοκιμαστικό σωλήνα τοποθετούνται 5 mL HCl 0,1 g βελγιάτος τοποθετούνται στο δοχείο. Το δοχείο σφραγίζεται με το πώμα ως και ο δοκιμαστικός σωλήνας τοποθετείται μέσα στο δοχείο. Στην συνέχεια, το δοχείο σφραγίζεται με σκοπό να αδειάζει ο σωλήνας και το HCl να αντιδράσει με το βελγία. Σε περίπτωση που το βελγία αποβλήσει από ανθρακικό αβέστοιο λόγω της ανεξέλεγκτης διαστολής του ανθρακικού αβέστοιου, καταγράφεται το κατώτερο σημείο που φτάνει η στάθμη του υγρού.



Η μέθοδος του αβεστομέτρου Bernard χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό του ελεύθερου ανθρακικού αβέστοιου και στηρίζεται στη μέτρηση του όγκου του CO<sub>2</sub> που εκλύεται μετά την αντίδραση διαλύματος υδροχλωρίου (HCl) με τα ανθρακικά άλατα του εξεταζόμενου βελγιάτος, λόγω της παρακτάτω αντίδρασης [3].

## 2.5. Προσδιορισμός Ανθρακικού Αβεστοίου - Αβεστομέτρο Bernard

Καθορίζεται από την ποσότητα του στοιχείου στο βελγία. Συνεπώς, στο φάσμα ακτίνων X του βελγιάτος εμφανίζεται μια σειρά χαρακτηριστικών ενεργειακών κορυφών που οδηγεί στην ποιοτική και ημυποστροφική ή ποσοτική ανάλυση του βελγιάτος [2].



Εργαστήριο Υλικών Πολιτιστικής Κληρονομιάς και Σύγχρονης Δόμησης  
Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Πολυτεχνείο Κρήτης  
www.machmob.tuc.gr, email: pmaravelaki@isc.tuc.gr, τηλ 2821037661, 7663  
Διεύθυνση : Καθηγήτρια Πάωλα-Νόνη Μαραβέλακη





C: αγωγιμότητα δείγματος ( $\mu S * cm^{-1} * mg^{-1}$ )  
 a: αγωγιμότητα διαλύματος ( $\mu S * cm^{-1}$ )  
 b: αγωγιμότητα απιονισμένου νερού ( $\mu S * cm^{-1}$ )  
 p: ποσότητα δείγματος (mg)

όπου:

$$C = (a - b) * 100P = a - b * 100P \quad (1)$$

## Εικόνα 1.

Ο προσδιορισμός ευδιάλυτων Αλάτων  
 Ο προσδιορισμός ευδιάλυτων αλάτων γίνεται με την μέτρηση της αγωγιμότητας διαλύματος του υπό μελέτη υλικού σε απιονισμένο νερό σε αναλογία 0.1% (0.1g κοιλία σε 100 mL απιονισμένο νερό) [7]. Η ποσότητα του δείγματος τοποθετείται σε κωνική φιάλη με απιονισμένο νερό και αναδεύεται για 48 ώρες. Στη συνέχεια, μετράται η αγωγιμότητα του διαλύματος ενώ αναδεύεται με χροήση αγωγιμομέτρου GLP31 της Crison. Ακόμη, μετράται και η αγωγιμότητα του απιονισμένου νερού που χρησιμοποιείται στα διαλύματα. Η διαφορά του αγωγιμομέτρου που υποσυντάσσεται στην

## 2.7. Προσδιορισμός Ευδιάλυτων Αλάτων

του Εργαστηρίου ΥΑΠΟΚ της Σχολής Αρχιτεκτόνων Μηχανικών του ΠΚ.  
 Η διαδικασία χρησιμοποιείται φασματοφωτόμετρο Thermo Scientific Nicolet iS50 FT-IR Spectrometer, χρησιμοποιείται μια πολύ μικρή ποσότητα υλικού, 0.001 g. Για την διεξαγωγή της πειραματικής βρωμίου KBr στην περιοχή του μέσου υπέρυθρου από 4000 έως 400  $cm^{-1}$ . Με την τεχνική αυτή στην παρούσα έρευνα, τα δείγματα θα αναλυθούν με την τεχνική διακρίβωσης χλωρίου. Η ποσότητα έρευνας σε τυπικό φάσμα IR [7].

Το φασματοφωτόμετρο υπέρυθρου απαρτίζεται από την πηγή ακτινοβολίας, την κυψέλη του δείγματος, τον μονοχρωματόρα και τον ανιχνευτή σήματος. Τα ευρέως χρησιμοποιούμενα όργανα υπέρυθρης φασματοσκοπίας υπέρυθρου είναι στα οποία ο μονοχρωματόρας έχει αντικατασταθεί από συμβολόμετρο Michelson (interferometer). Στα όργανα αυτά η υπέρυθρη ακτινοβολία υφίσταται το φαινόμενο της συμβολής μέσω του συμβολόμετρου που αποτελείται από έναν διαφρέτη ακτινοβολίας και δύο κάτοπτρα κάθετα μεταξύ τους. Η διαφορά μεταξύ των ακτινοβολιών συλλέγεται από τον ανιχνευτή. Τέλος το σήμα που προκύπτει μετασχηματίζεται κατά Fourier σε τυπικό φάσμα IR [7].

του [6].  
 Η διαδικασία της δόνησης και η οποία θα έχει ως αποτέλεσμα τη δόνηση ή την περιστροφή κίνηση στην διακρίβωση μόνο στην περίπτωση που μπορεί να μεταβληθεί η δυοακτική του ποτή κατά μήκος παραμένει στην θηλάση ερευνητική του κατάσταση. Ένα μόνιο είναι να απορροφήσει

Εργαστήριο Υλικών Πολιτιστικής Κληρονομιάς και Σύγχρονης Δόμησης  
 Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Πολυτεχνείο Κρήτης  
 Email: pmaravelaki@isc.tuc.gr, τηλ 2821037661, 7663  
 Διεύθυνση: Καθηγήτρια Πάωλα Νόνη Μαπαβελάκη

Φαινόμενη πυκνότητα =  $\frac{\text{Weight(g)}}{\text{Volume(mm}^3\text{)}} \cdot 0,001 = \text{gr/mL}$

συγκριμένα:

Υπολογισμός εξήλθε από τις τιμές που ελήφθησαν υπολογιστεί για το ανοιχτό πορώδες των δειγμάτων. Πιο

## 2.9. Προσδιορισμός Πυκνότητας

$$\text{Ανοιχτό πορώδες (\%)} = 1000 \cdot \frac{V_{\text{out}}}{m_{\text{out}} - m_{\text{in}}} \quad (2)$$

όχιση:

Συλλέγεται και καταγράφεται το βάρος του ( $m_{\text{out}}$ ). Το ανοιχτό πορώδες προσδιορίζεται σύμφωνα με τη επαναβυθίζονται στο νερό και αφημένα εκεί για 2 ημέρες. Μετά το πέρας των ημερών, το δείγμα και αποσπεί τον όγκο του δείγματος ( $V_{\text{out}}$ ). Έπειτα, για το προσδιορισμό του πορώδους το δείγμα βάζει σε στάθμη. Ο όγκος του νερού που απαιτείται για να σταθμίσουν και καταγράφεται η νέα στάθμη του νερού. Το δείγμα απομακρύνεται και προστίθεται καινούριο νερό. Η στάθμη του νερού συνεχίζεται, το δείγμα βυθίζεται στο ποτήρι και προστίθεται συγκριμένα όγκος απομονώνεται νερό ικανό ώστε να καλύψει το δείγμα προς προσδιορίζεται ο όγκος των δειγμάτων σύμφωνα με την αρχή του Αρχιμήδη. Σε ποτήρι ζέσεως υγρασία με θερμοκρασία σε φούρνο στους  $60^\circ\text{C}$  και να καταγραφεί το ξηρό βάρος του ( $m_{\text{in}}$ ). Έπειτα, Η διαδικασία προσδιορισμού του πορώδους απαιτεί από το δείγμα αρχικά να έχει αφαιρεθεί η

## 2.8. Προσδιορισμός Όγκου Ανοιχτού Πορώδους

Εικόνα 2: Διάταξη αγωγισιμότητας.



Εργαστήριο Υλικών Πολιτιστικής Κληρονομιάς και Σύγχρονης Δόμησης  
Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Πολυτεχνείο Κρήτης  
[www.machmob.tuc.gr](http://www.machmob.tuc.gr), email: [pmaravelekiki@isc.tuc.gr](mailto:pmaravelekiki@isc.tuc.gr), τηλ 2821037661, 7663

Διευθύντρια : καθηγήτρια Παύλα-Νόνη Μαπαβελάκη

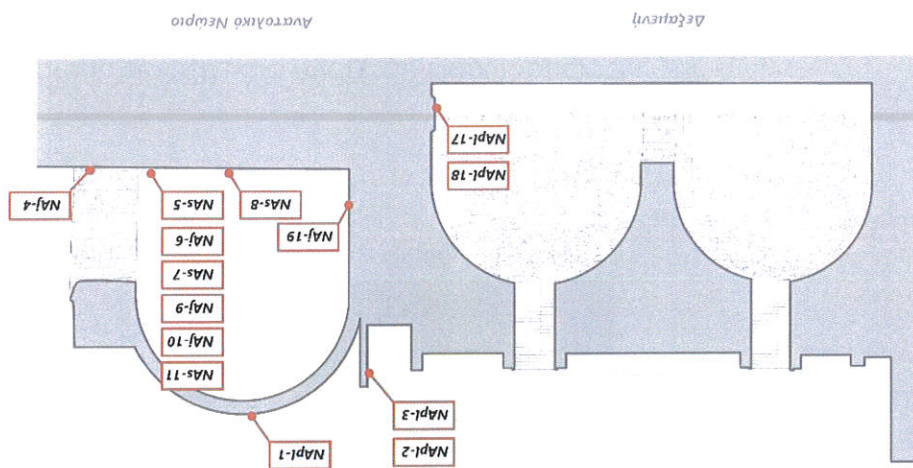


### 3. Αποτελέσματα και συζήτηση

#### 3.1. Μακροσκοπική περιγραφή δειγμάτων

Στο πλαίσιο της μελέτης των ιστορικών κονιαμάτων των Δυτικών Νεωρίων και του Ανατολικού Νεωρίου Ηρακλείου, ληφθήκαν 17 χαρρακτηριστικά δείγματα κονιαμάτων και 6 δείγματα λίθων. Στην παρούσα ενότητα παρουσιάζονται τα μακροσκοπικά χαρακτηριστικά τους καθώς τα σημεία δειγματοληψίας τους.

#### Ανατολικό Νέωριο Ηρακλείου – Arsenali nuovissimi



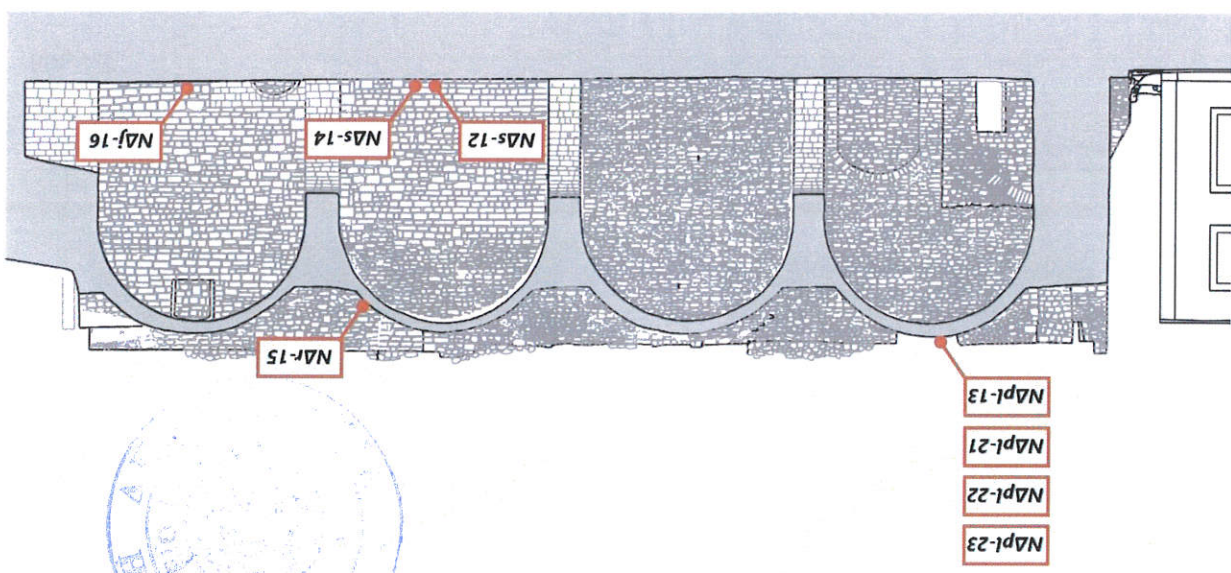
Εικόνα 3: Τομή Ανατολικό Νέωριο Ηρακλείου - σημεία δειγματοληψίας (Τομή : Εργαστήριο Τεκμηρίωσης και Αποκατάστασης Ιστορικών Κτηρίων της Σχολής Αρχιτεκτόνων του Πολυτεχνείου Κρήτης).



Εργαστήριο Υλικών Πολιτιστικής Κληρονομιάς και Σύγχρονης Δόμησης  
Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Πολυτεχνείο Κρήτης  
[www.machmob.tuc.gr](http://www.machmob.tuc.gr), email: [pmaravelelaki@isc.tuc.gr](mailto:pmaravelelaki@isc.tuc.gr), τηλ 2821037661, 7663  
Διευθύντρια : καθηγήτρια Πάωλα Νόνη Μαπαβελάκη



### Δυτικά Νεώρια Ηρακλείου – Arsenali vecchi

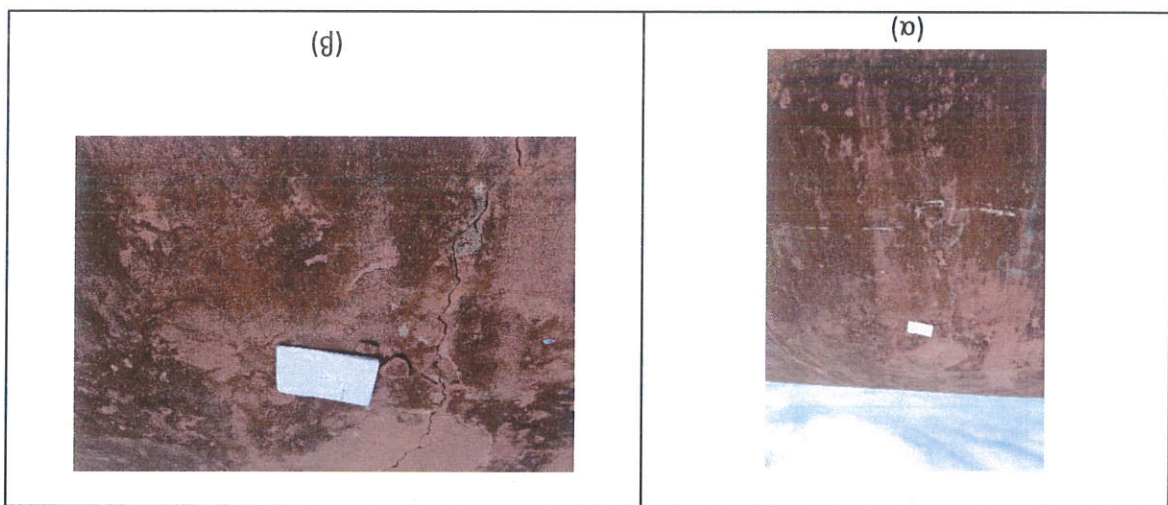


Εικόνα 4: Τομή Δυτικά Νεώρια Ηρακλείου - σημεία δειγματοληψίας (Τομή : Εργαστήριο Τεκμηρίωσης και Αποκατάστασης Ιστορικών Κτηρίων της Σχολής Αρχιτεκτόνων του Πολυτεχνείου Κρήτης).

### Δυτικά Νεώρια

### NApl-1

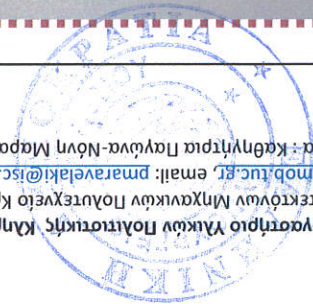
Το κونιάμα NAp-1 έχει ποζ χρώμα με αδρανή που έχουν κόκκινο, πράσινο, ανοιχτό γκρι και λευκό χρώμα. Το κονιάμα είναι σκληρό και συμπαγές. Το κονιάμα προέρχεται από την επεμβάση αποκατάστασης του θόλου τη δεκαετία του 1970.







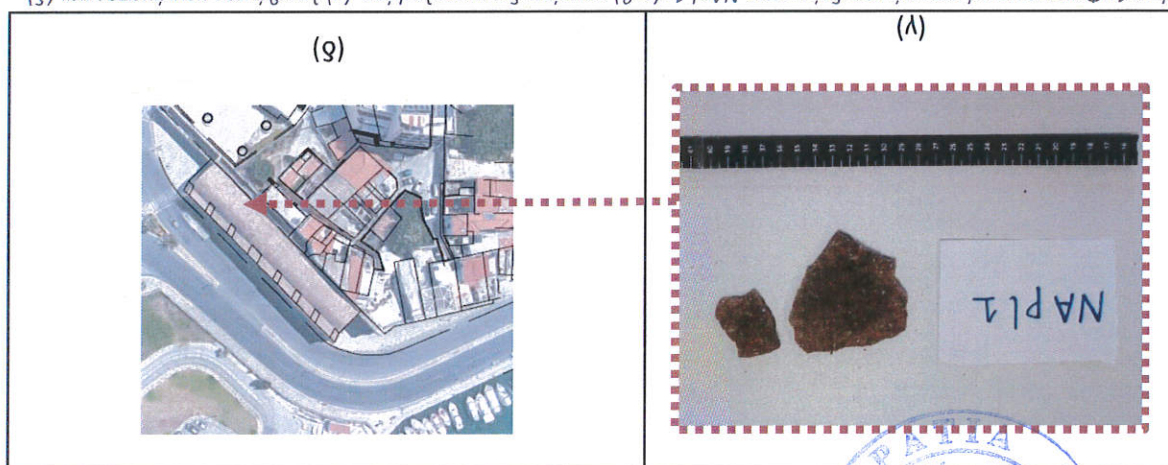
Εργαστήριο Υλικών Πολιτιστικής Κληρονομιάς και Σύγχρονης Δόμησης  
Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Πολυτεχνείο Κρήτης  
www.machmob.tuc.gr, email: pmaravelaki@isc.tuc.gr, τηλ 2821037661, 7663  
Διευθυντής: Καθηγήτρια Πάωλα-Νόνη Μαπαβελάκη



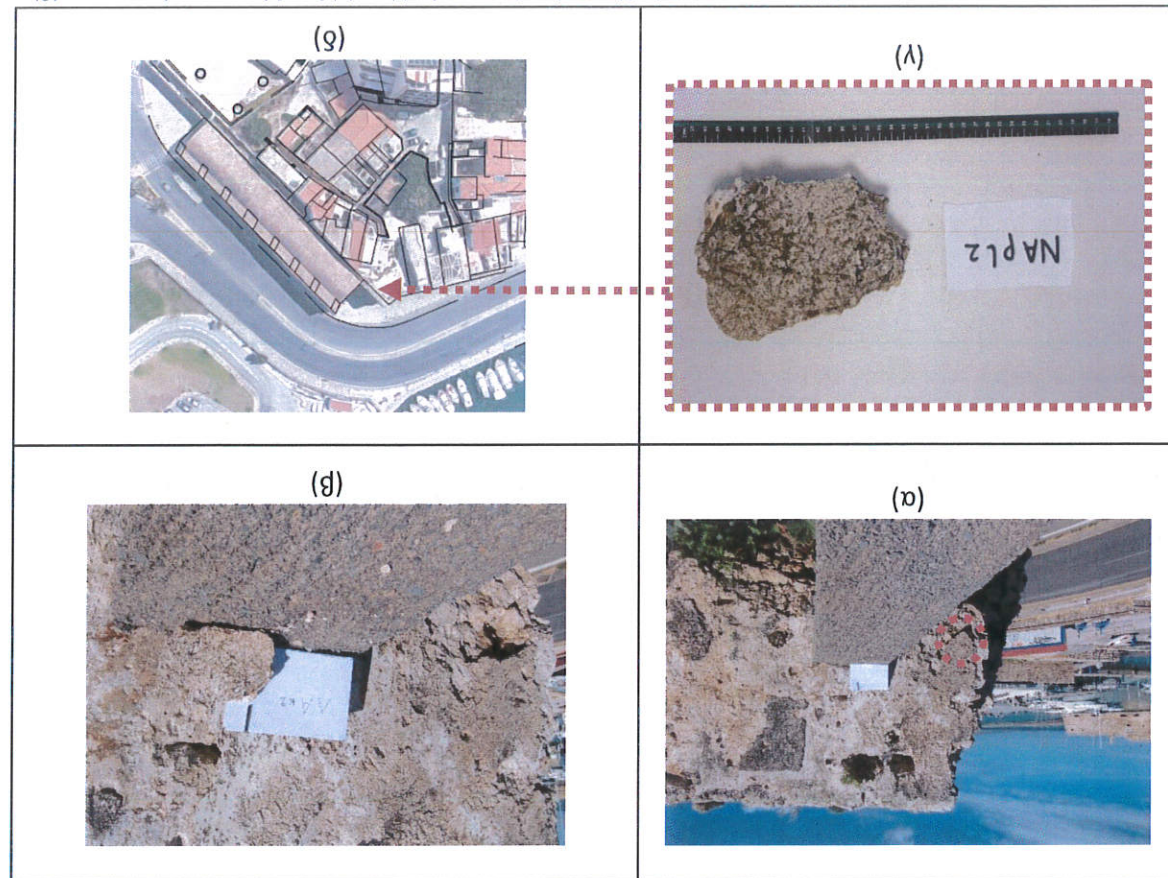
## Napl-2

Το κονίαμα Napl-2 έχει γκρι/μπλε χρώμα με μικρά αδρανή μαύρα και κόκκινα. Η παρουσία μεγάλων μπλε κομματιών που φαίνεται είναι εδαφικό υλικό. Το κονίαμα είναι σκληρό. Είναι ένα δείγμα του εξωτερικού επιχρίσματος που καλύπτει τον νοτιοδυτικό τοίχο ο οποίος στηρίζει τον κύριο θόλο.

Σχήμα 1: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος Napl-1: (α,β) σημείου δειγματοληψίας, (γ) ληφθέντος κονιάματος και (δ) θέσης στο υπόμνημα.



Σχήμα 2: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος Napl-2: (α,β) σημείου δειγματοληψίας, (γ) ληφθέντος κονιάματος και (δ) θέσης στο υπόμνημα.

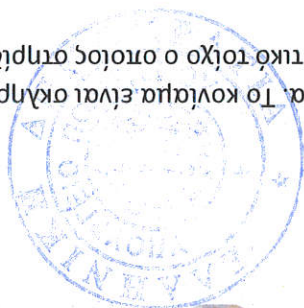






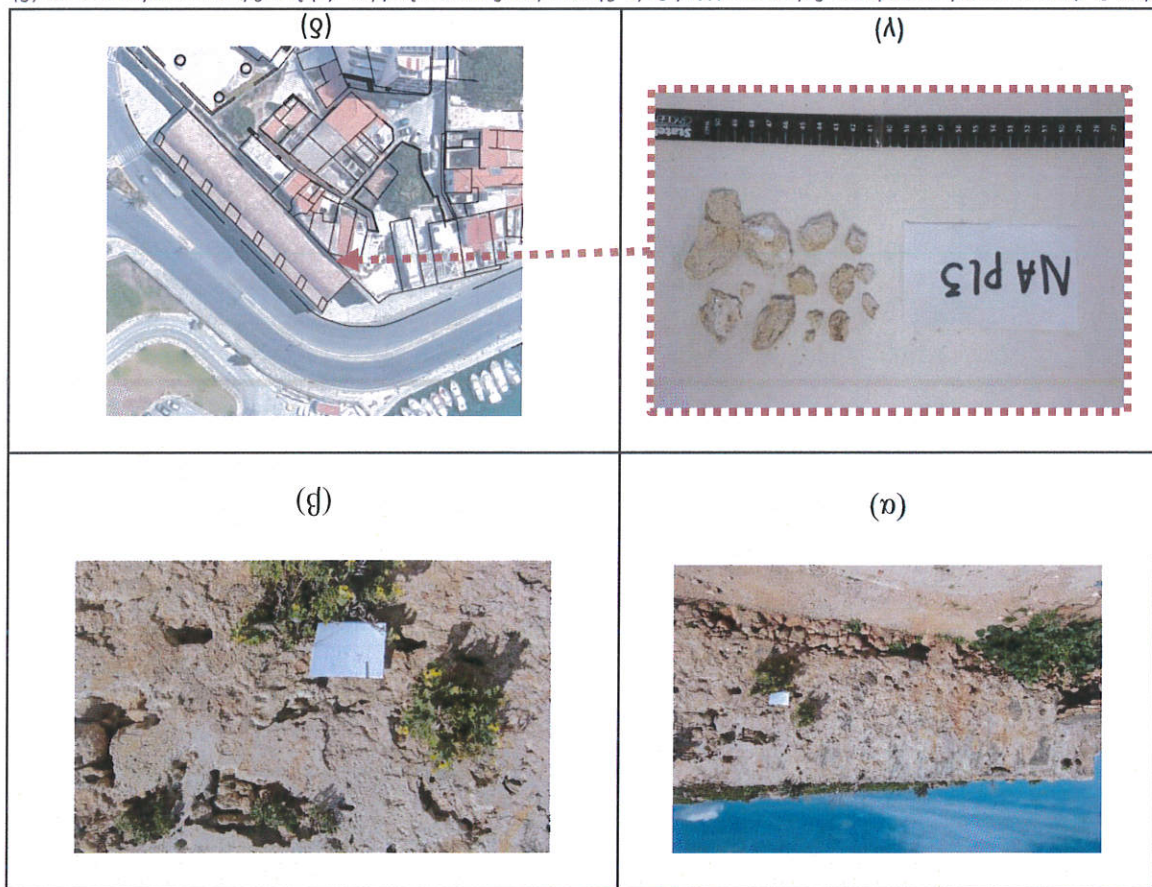
Εργαστήριο Υλικών Πολιτιστικής Κληρονομιάς και Σύγχρονης Δόμησης  
Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Πολυτεχνείο Κρήτης  
[www.machmob.tuc.gr](http://www.machmob.tuc.gr), email: [pmaravelelaki@isc.tuc.gr](mailto:pmaravelelaki@isc.tuc.gr), τηλ 2821037661, 7663  
Διευθύντρια : Καθηγήτρια Πάωλα-Νόνη Μαράβελακη

MachMob  
Materials for  
Cultural Heritage  
& Modern Building



### Napl-3

Το κοιλίωμα Napl-3 έχει γκρι/μπλε χρώμα με μικρά και λίγα αδρανή μάρμα. Το κοιλίωμα είναι σκληρό. Είναι ένα δείγμα του εξωτερικού επιχρίσματος που καλύπτει τον νοτιοδυτικό τοίχο ο οποίος στηρίζει τον κύριο θόλο.



Σχήμα 3: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος Napl-3: (α,β) σημείου δειγματοληψίας, (γ) ληφθέντος κοιλίωματος και (δ) θέση στο υπόμνημα.

### Napl-4

Το κοιλίωμα Napl-4 έχει άσπρο χρώμα με πολύ λίγα αδρανή. Το κοιλίωμα είναι σκληρό. Είναι ένα δείγμα του αμφολόγηματος από τον έβδοχο πεσσό (ξεκινώντας από τον Βορρά).



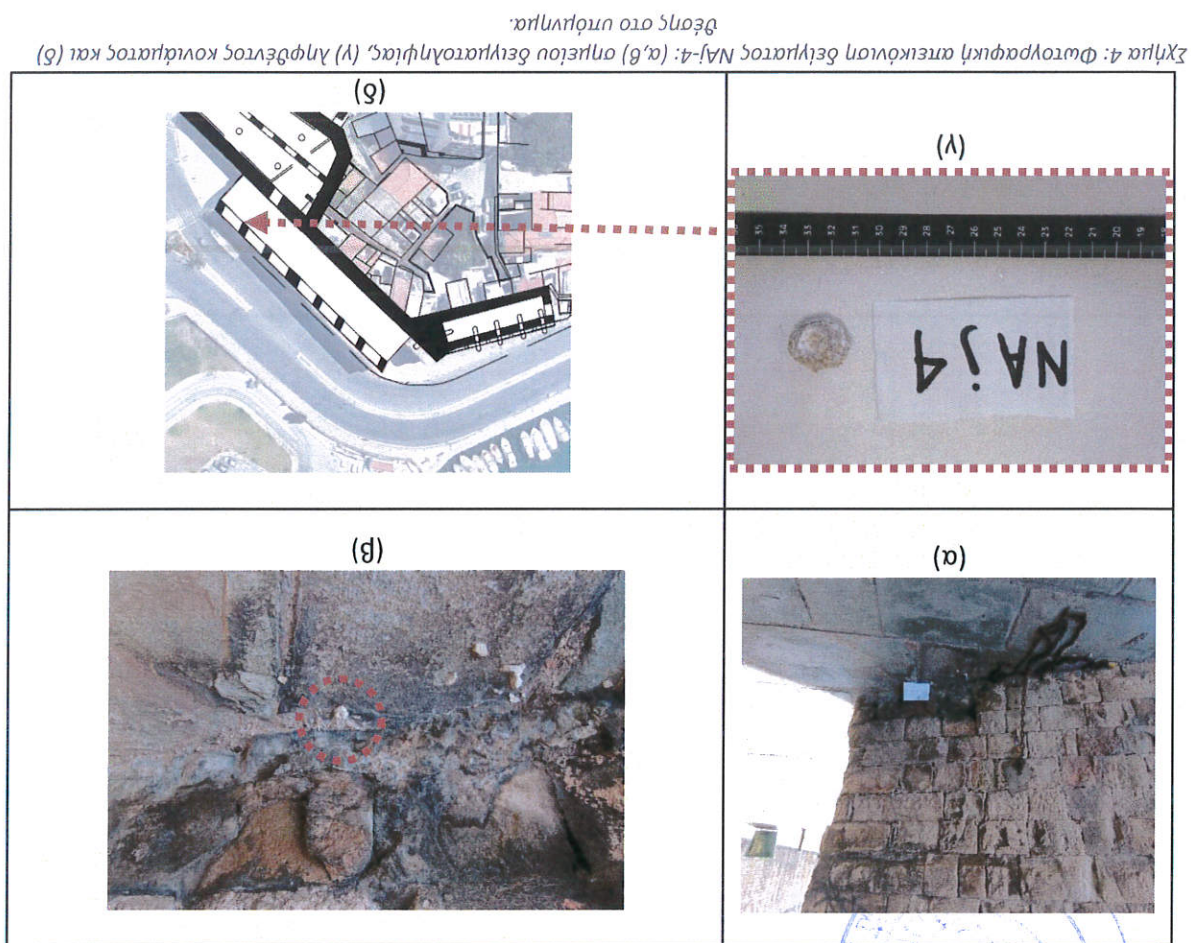


Εργαστήριο Υλικών Πολιτιστικής Κληρονομιάς και Σύγχρονης Δόμησης

Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Πολυτεχνείο Κρήτης  
www.machmob.tuc.gr, email: pmatavelaki@isc.tuc.gr, τηλ 2821037661, 7663

Διευθύντρια : Καθηγήτρια Πάωλα-Νόνη Μαραβελάκη

MachMob  
Materials for  
Cultural Heritage  
& Modern Building

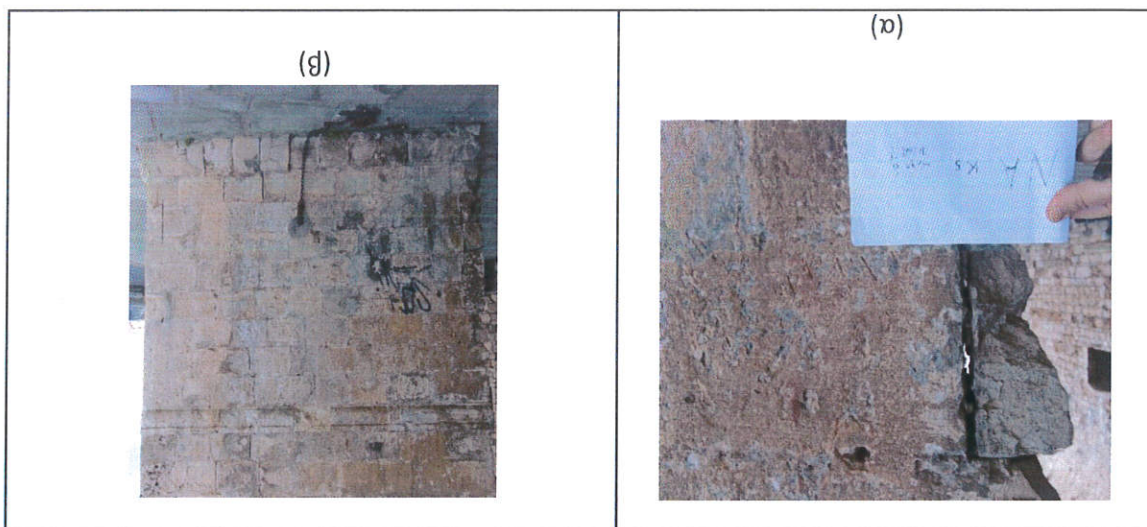


Σχήμα 4: Φωτογραμμική απεικόνιση δειγματος NAS-4: (α,β) σημείο δειγματοληψίας, (γ) ληφθέντος κονιάματος και (δ)

θέσης στο υπόμνημα.

## NAS-5

Το δείγμα NAS-5 είναι λίθος, έχει έντονη φθορά με τη μορφή εκφυλισμάτων λόγω της έκθεσής του στο θαλάσσιο περιβάλλον. Είναι ένα δείγμα από τον δεύτερο πεσόν (ξεκινώντας από τον Boppά).



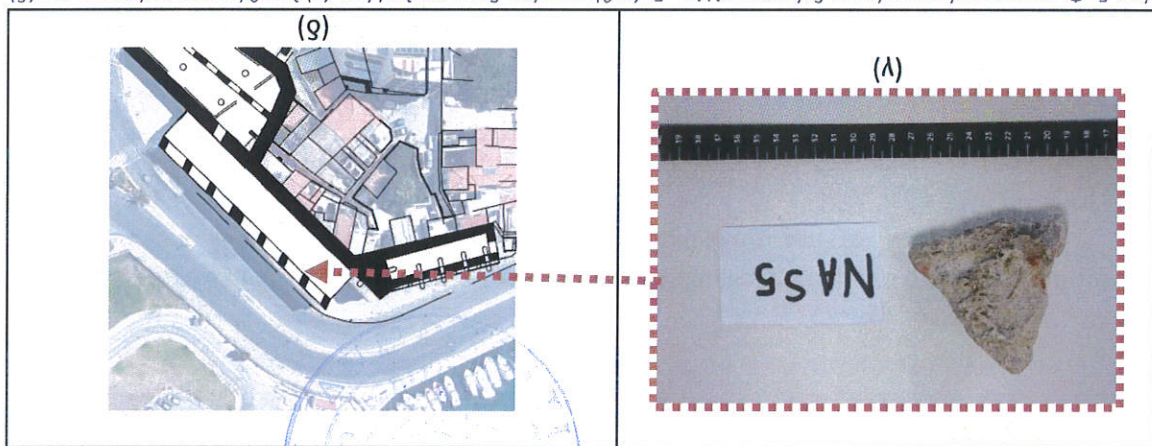




Εργαστήριο Υλικών Πολιτιστικής Κληρονομιάς και Σύγχρονης Δόμησης  
Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Πολυτεχνείο Κρήτης  
www.machmob.tuc.gr, email: pmaravelaki@isc.tuc.gr, τηλ 2821037661, 7663  
Διευθύντρια : Καθηγήτρια Παύλα-Νόνη Μαράβελaki



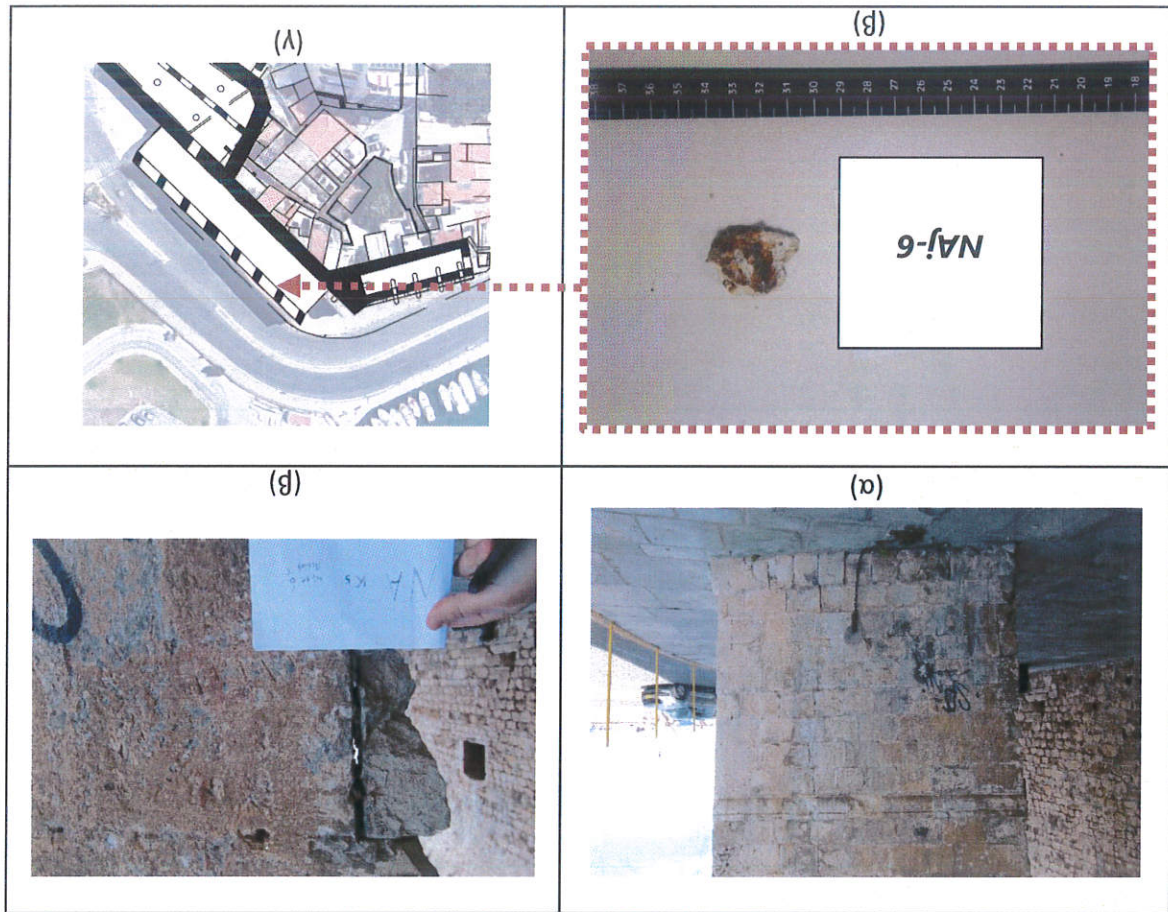
MachMob  
Materials for  
Cultural Heritage  
& Modern Building



Σχήμα 5: Φωτογραφική απεικόνιση δειγμάτων NAS - 5: (α,β) σημείου δειγματοληψίας, (γ) ληφθέντος κομματιού και (δ) θέσης στο υπόγειο.

## NAJ-6

Το δείγμα NAJ-6 είναι ένα σκληρό κομμάτι χρώματος άσπρου/μπλε με μικρά άδρανη μπλε και μαύρα. Το δείγμα καθύπνεται με ένα σρώμα σκουριάς από την οξείδωση γειτονικού μεταλλικού στοιχείου στον τοίχο. Είναι ένα δείγμα από τον δεύτερο πεσσό (ξεκινώντας από τον Βορρά).







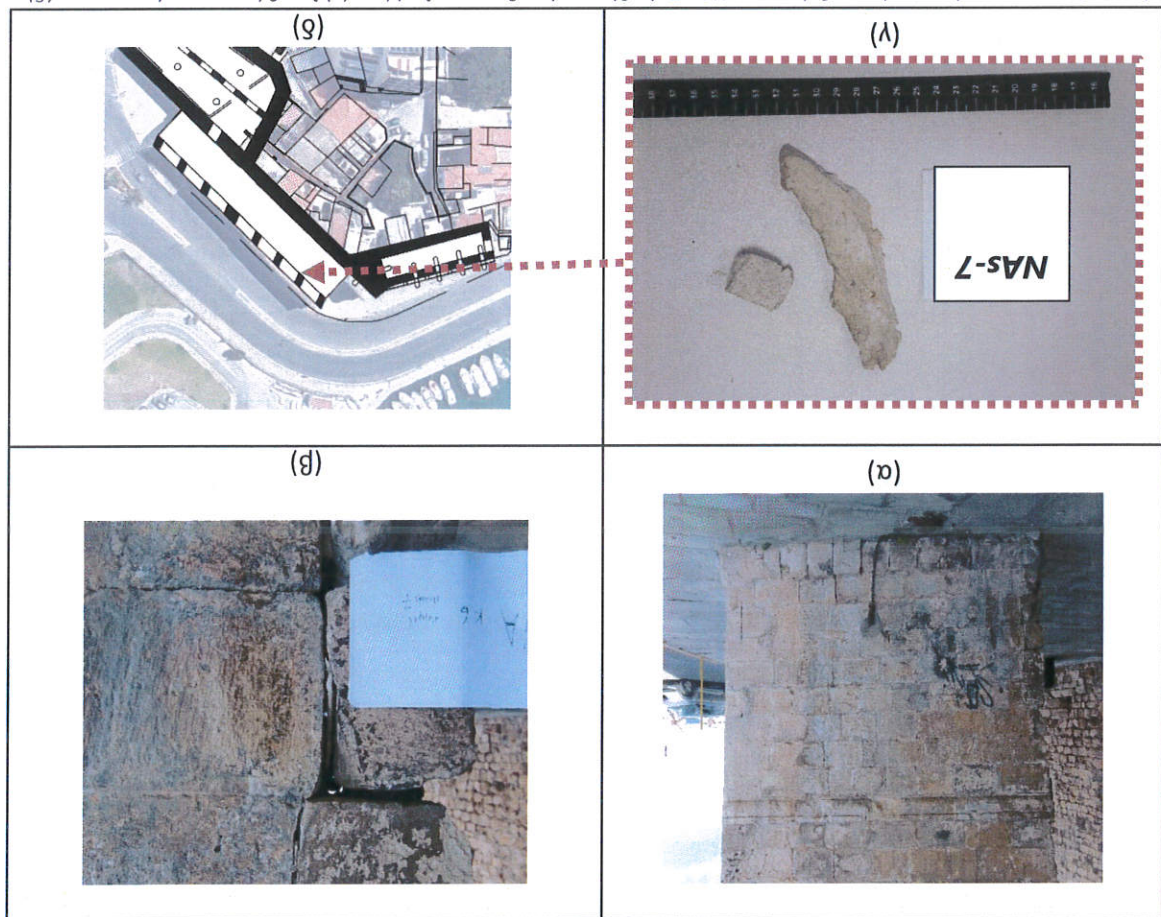
Εργαστήριο Υλικών Πολιτιστικής Κληρονομιάς και Σύγχρονης Δόμησης  
Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Πολυτεχνείο Κρήτης  
www.machmob.tuc.gr, email: pmaravelaki@isc.tuc.gr, τηλ 2821037661, 7663  
Διευθύντρια : Καθηγήτρια Πάωλα Νόνη Μαπαβελάκη



## NAS-7

Σχήμα 6: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος MCrn-6: (α,β) σημείου δειγματοληψίας, (γ) ληφθέντος κονιδίματος και (δ) βέσας στο υπόμνημα.

Το δείγμα NAS-7 είναι λίθος. Το χρώμα του είναι άσπρο. Έχει ένα πολύ λεπτό στρώμα κονιάματος στη μία πλευρά. Είναι ένα δείγμα από τον δεύτερο πλοστό (ξέκινώντας από τον Bopp).



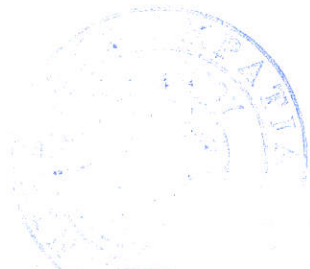
## NAS-8

Το δείγμα NAS-8 είναι λίθος. Έχει μπλε/καφέ χρώμα. Το δείγμα βρέθηκε στο πάτωμα, μεταξύ του πρώτου και του δεύτερου πλοστού (ξέκινώντας από τον Bopp).

Σχήμα 7: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος NAS-7: (α,β) σημείου δειγματοληψίας, (γ) ληφθέντος κονιδίματος και (δ) βέσας στο υπόμνημα.



Εργαστήριο Υλικών Πολιτιστικής Κληρονομιάς και Σύγχρονης Δόμησης  
Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Πολυτεχνείο Κρήτης  
www.machmob.tuc.gr, email: pmaravelaki@isc.tuc.gr, τηλ 2821037661, 7663  
Διευθύντρια : Καθηγήτρια Ραγώνα-Νόνη Μαπαβελάκη



Σχήμα 8: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος Νas-8: (α) σημείου δειγματοληψίας, (β) ληφθέντος κοινάματος και (γ) θέσης στο υπόμνημα.



### NAJ-9

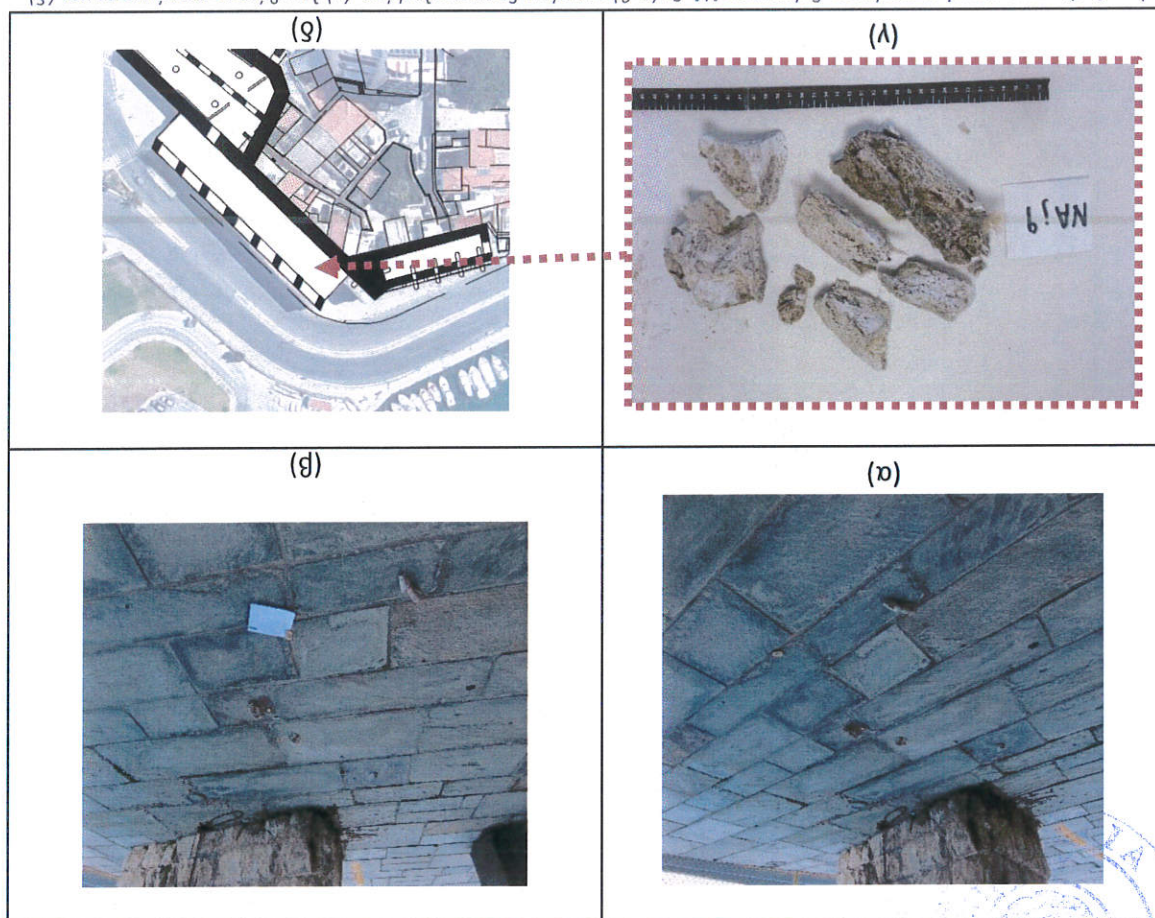
Το δείγμα NAJ-9 είναι κοιλία με άσπρο χρώμα χωρίς αδρανή. Το κοιλία είναι σκληρό. Το δείγμα βρέθηκε στο πάτωμα, μεταξύ του πρώτου και του δεύτερου πεσσού (ξεκινώντας από τον Βορρά). Φαίνεται ότι προέρχεται από την πτώση του κοινάματος αρμού του θόλου. Το δείγμα έχει μεγάλο αριθμό ιών συνδεδεμένων μεταξύ τους. Αυτές οι ίνες φαίνονται να είναι φυτικές.



Το δείγμα NAJ-10 είναι κονίαμα με άσπρο χρώμα με λίγα μικρά αδρανή ινέζ και μαύρα. Το κονίαμα είναι σκληρό. Το δείγμα βρέθηκε στο πάτωμα, κοντά στο δεύτερο πεσό (ξεκινώντας από τον βορρά). Προέκυψε μετά από πτώση τμήματος λίθου που είχε υποστεί έντονη φθορά με τη μορφή εκφυλλώματος.

## NAJ-10

Σχήμα 9: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος NA-9: (α,β) σημείο δειγματοληψίας, (γ) ληφθέντος κονιάματος και (δ) θέσης στο υπόμνημα.

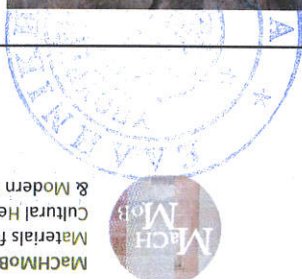


Εργαστήριο Μακρών Πολεοδομικών Κληρονομιών και Σύγχρονης Δόμησης  
Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Πολυτεχνείο Κρήτης  
www.machmob.tuc.gr, email: pmaravelaki@isc.tuc.gr, τηλ 2821037661, 7663  
Διευθύντρια : Καθηγήτρια Παύλα-Νόνη Μαπαβελάκη



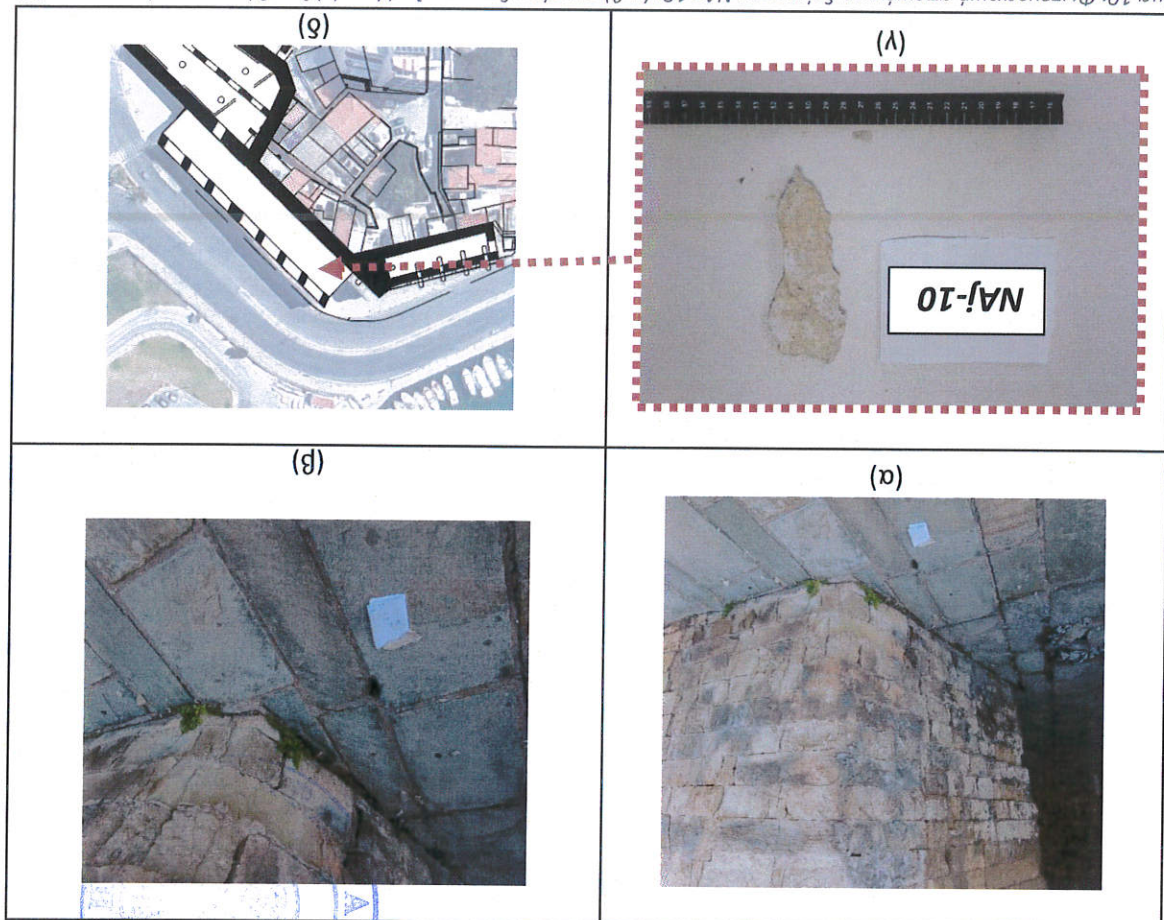
Εργαστήριο Υλικών Πολιτιστικής Κληρονομιάς και Σύγχρονης Δόμησης  
Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Πολυτεχνείο Κρήτης  
www.machmob.tuc.gr, email: pmaravelaki@isc.tuc.gr, τηλ 2821037661, 7663  
Διευθύντρια : Καθηγήτρια Πάωλα-Νόνη Μαπαβελάκη

MACHmob  
Materials for  
Cultural Heritage  
& Modern Building



**NAS-11**  
Το δείγμα NAS-11 είναι λίθος. Έχει μπλε/καφέ χρώμα. Το δείγμα βρέθηκε στο πάτωμα, στον δεύτερο πεσσο (έξκινωντας από τον Βορρά).

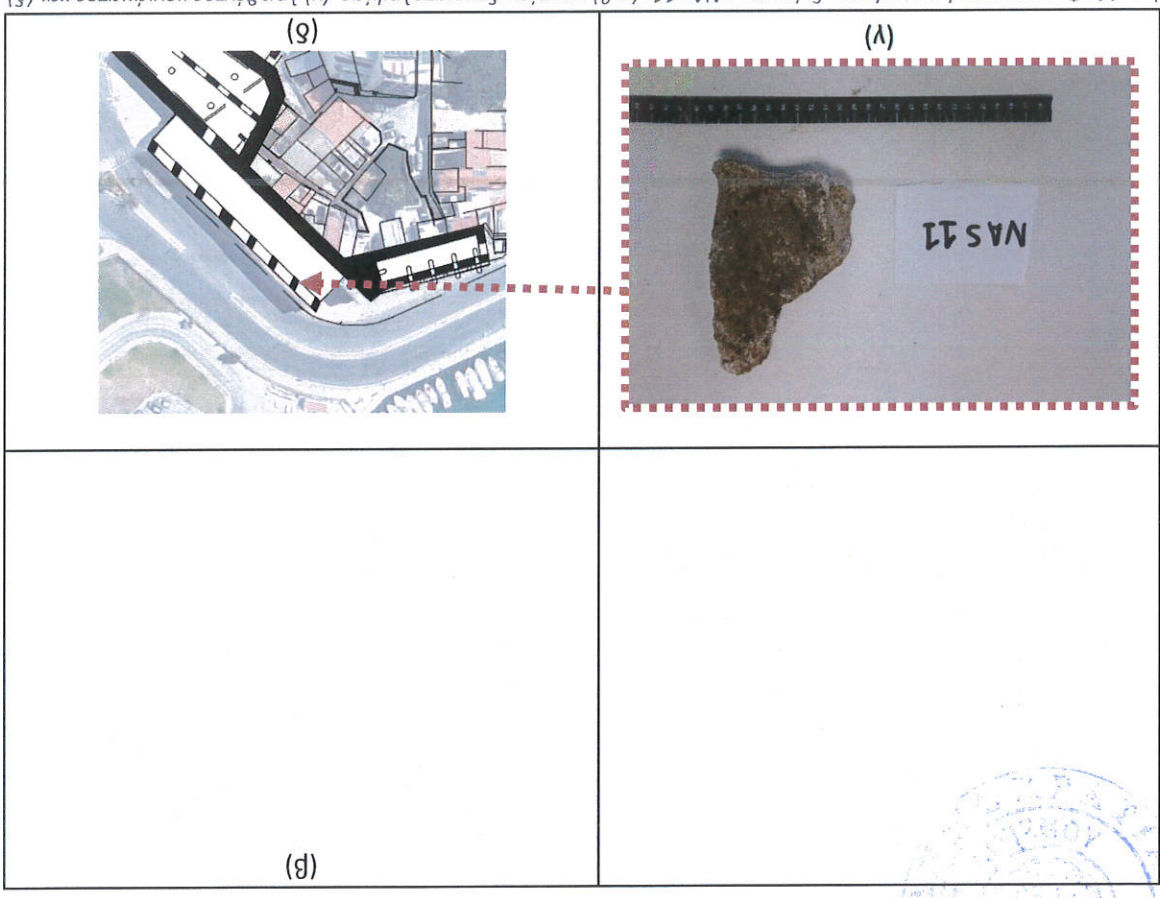
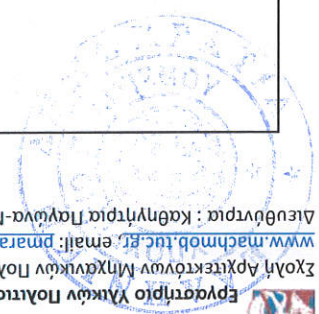
Σχήμα 10: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος NAS-10: (α,β) σημείου δειγματοληψίας, (γ) ληφθέντος κονιάματος και (δ) θέσης στο υπόμνημα.







Εργαστήριο Υλικών Πολιτιστικής Κληρονομιάς και Σύγχρονης Δόμησης  
Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Πολυτεχνείο Κρήτης  
www.machmob.tuc.gr, email: pmaravelaki@isc.tuc.gr, τηλ 2821037661, 7663  
Διευθύντρια : Καθηγήτρια Παύλα-Νόνη Μαργαλάκη

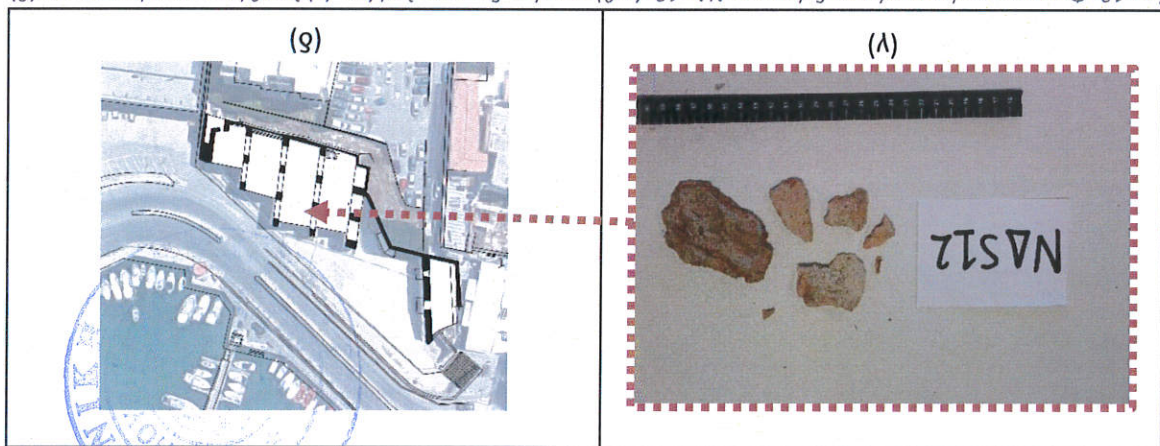
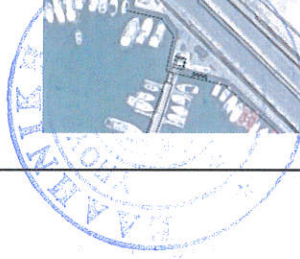


Σχήμα 11: Φωτογραμμική απεικόνιση δελτίματος Nas-11: (α,β) σημείου δελτίου δελτίματος, (γ) ληφθέντος κονιάματος και (δ) βέσης στο υπόμνημα.

### NAS-12

Το δελτίμα NAS-12 είναι λίθος, Έχει πορτοκαλόκτρινο χρώμα. Το δελτίμα βρέθηκε στο πάτωμα, κάτω από τον τρίτο θόλο (έξκρινοντας από την Ανατολή). Προέκυψε μετά από πτώση τιμήματος λίθου που είχε υποστεί εξίσωση με τη μορφή εκχυλίσματος.

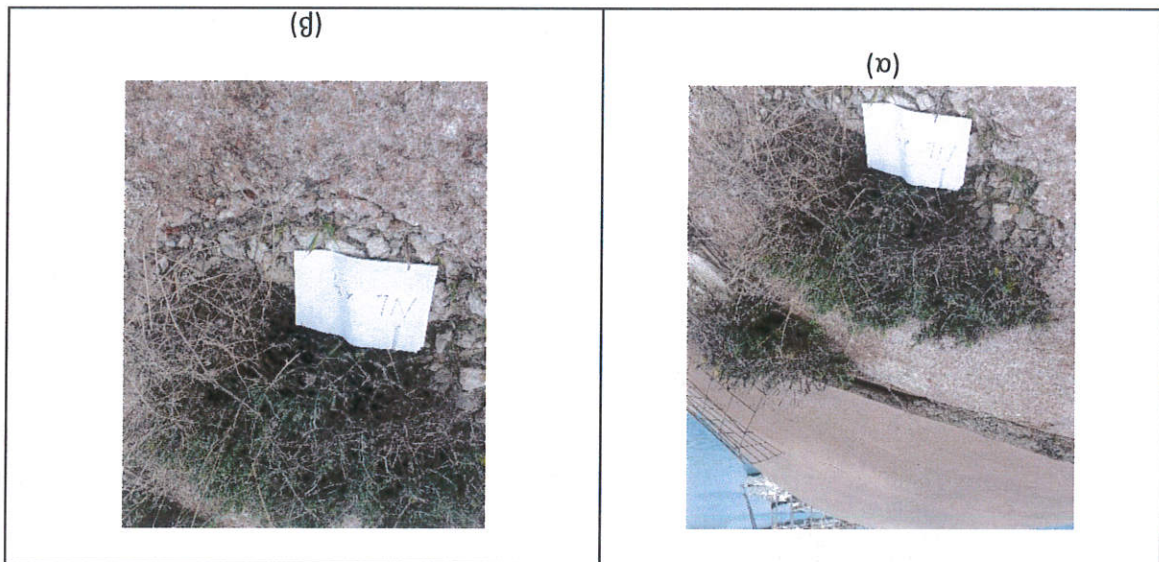




Σχήμα 12: Φωτογραφική απεικόνιση δειγματος NAs-12: (α,β) σημείο δειγματοληψίας, (γ) ληφθέντος κομμάτιος και (δ) θέσης στο υπόγειο.

### Napi-13

Το δείγμα Napi-13 είναι κομμάτι με άσπρο χρώμα και μεγάλα κόκκινα αδρανή (κεραμικά). Το κομμάτι είναι σκληρό. Το δείγμα συλλέχθηκε από το εξωτερικό μέρος του πρώτου θόλου, στο τμήμα που δεν επηρεάστηκε από την αποκατάσταση του 1970.

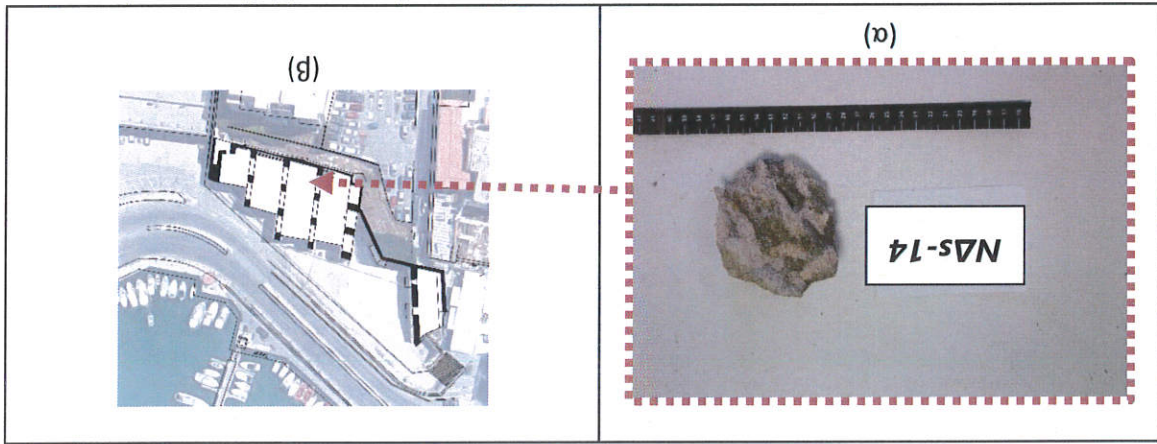




Το δείγμα NDr-15 είναι κονίαμα με γκρι χρώμα και μεγάλα κομμάτια μαύρα, καφέ και μπλε. Το δείγμα έχει μέτρια συνοχή. Παράγεται από άσφαλτο που φανερώνεται να είναι κακώς αναμειγμένος αβέστης. Το δείγμα βρέθηκε στο εξωτερικό μέρος του πρώτου θόλου, στο τηγμά που δεν επηρεάστηκε από την αποκατάσταση του 1970.

#### NDr-15

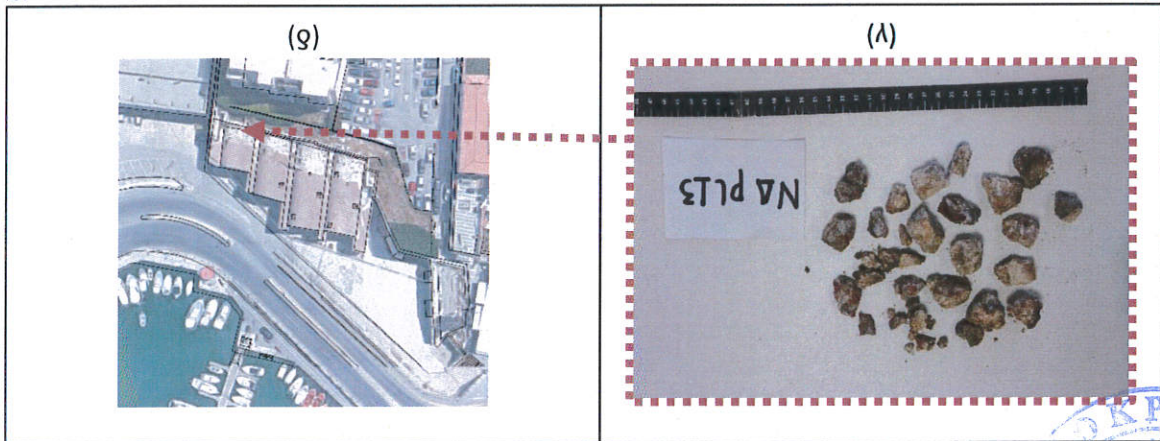
Σχήμα 14: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος NDr-14: (α) ληφθέντος κονιάματος και (β) θέσης στο υπόμνημα.



Το δείγμα NDr-14 είναι λίθος με ποζ/μπέ χρώμα. Παράγεται από άσφαλτο που φανερώνεται να είναι κακώς αναμειγμένος αβέστης. Το δείγμα βρέθηκε στο πάτωμα, κάτω από τον τρίτο θόλο (ξεκινώντας από την Ανατολή).

#### NDr-14

Σχήμα 13: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος NDr-13: (α,β) σημείου δείγματος ληφθέντος κονιάματος και (γ) θέσης στο υπόμνημα.



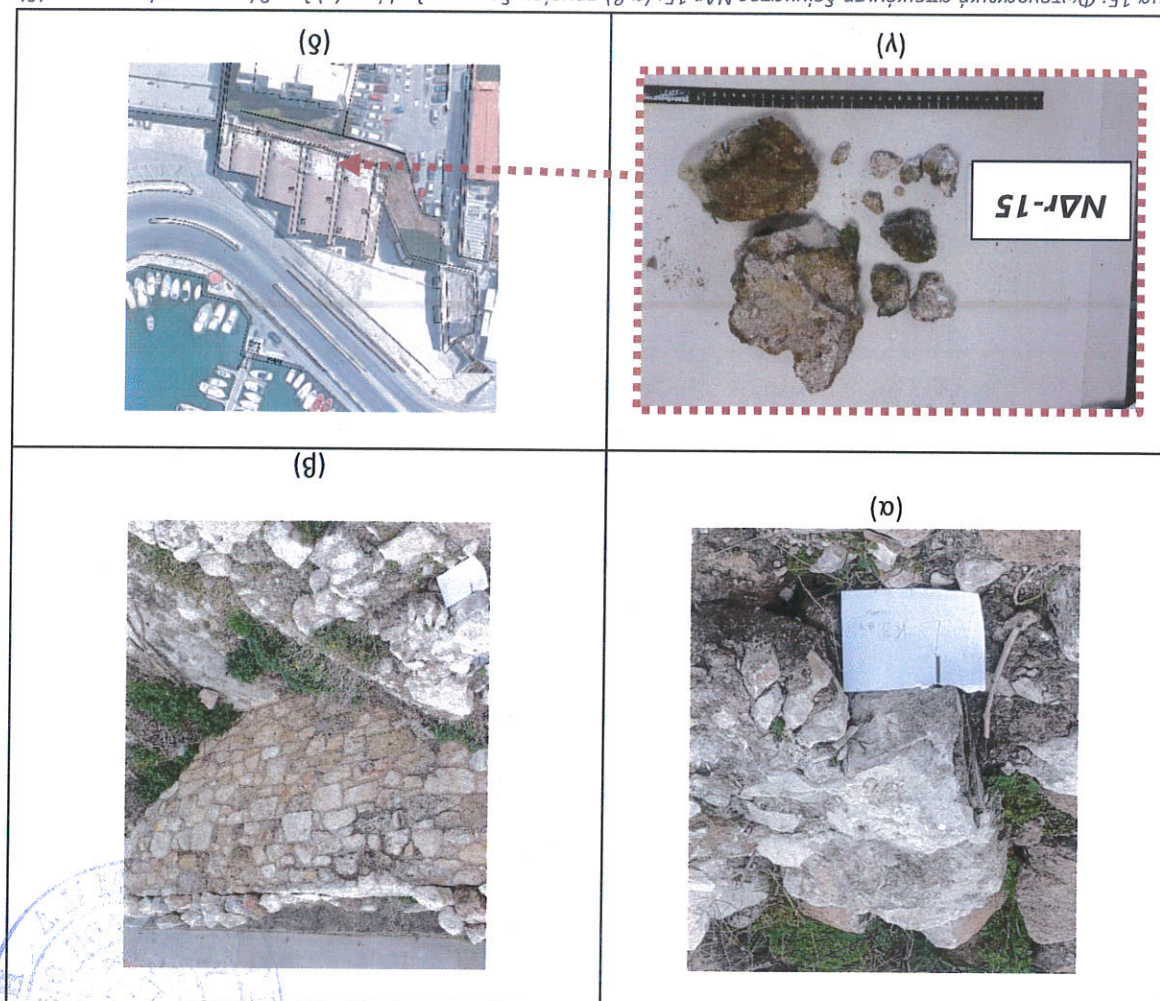
Εργαστήριο Υλικών Πολιτιστικής Κληρονομιάς και Σύγχρονης Δόμησης  
Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Πολυτεχνείο Κρήτης  
www.machmob.tuc.gr, email: pmaravelaki@isc.tuc.gr, τηλ 2821037661, 7663  
Διευθύντρια : Καθηγήτρια Παύλα-Νόνη Μαπαβελάκη



## NΔJ-16

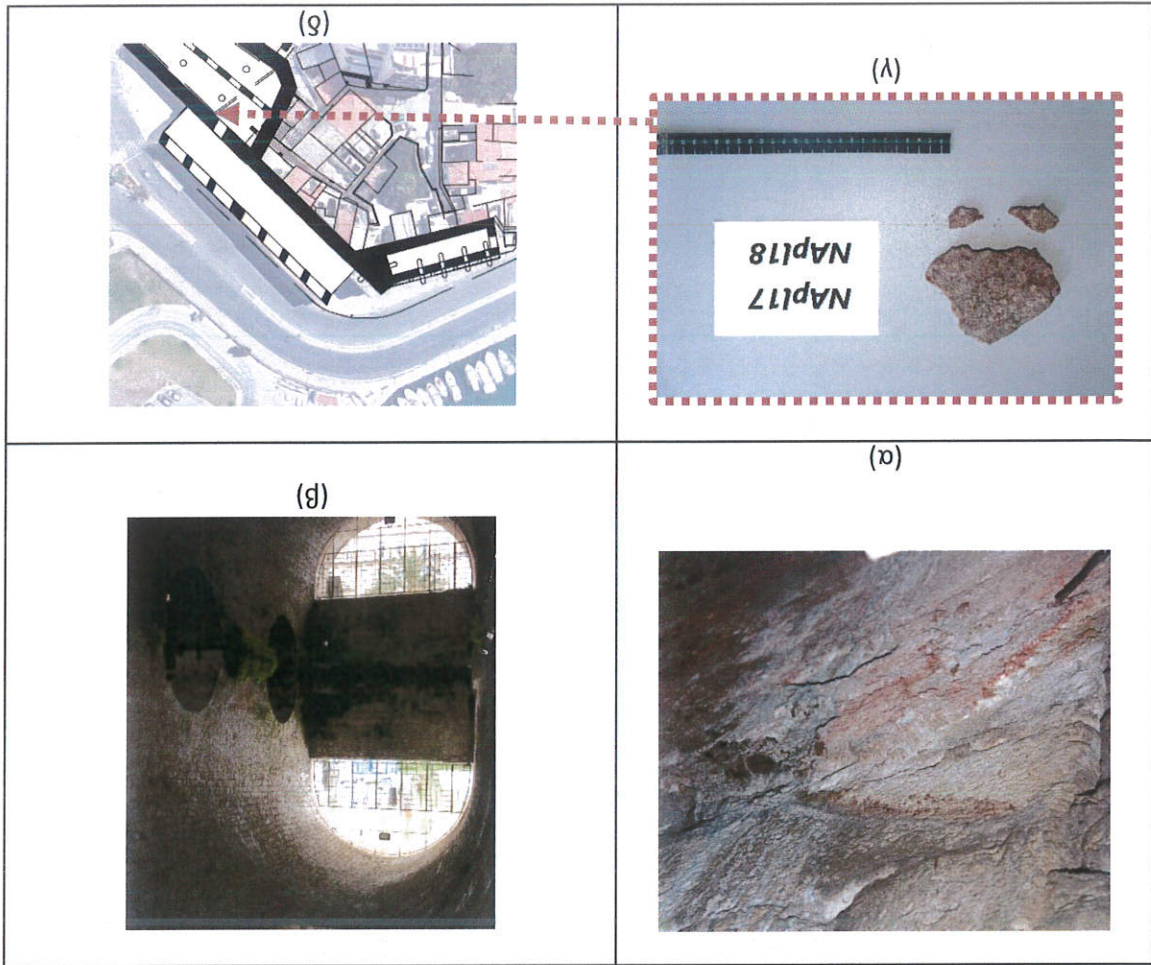
Το δείγμα NΔJ-16 είναι κονίαμα με άσπρο χώμα χωρίς αδρανή. Το δείγμα βρέθηκε στο πάτωμα, κάτω από τον τέταρτο θόλο (ξεκινώντας από την Ανατολή). Φαίνεται ότι προέρχεται από την πτώση του κονιάματος αριού του θόλου.

Σχήμα 15: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος NΔJ-15: (α,β) σημείου δειγματοληψίας, (γ) ληφθέντος κονιάματος και (δ) βέσης στο υπόμνημα.





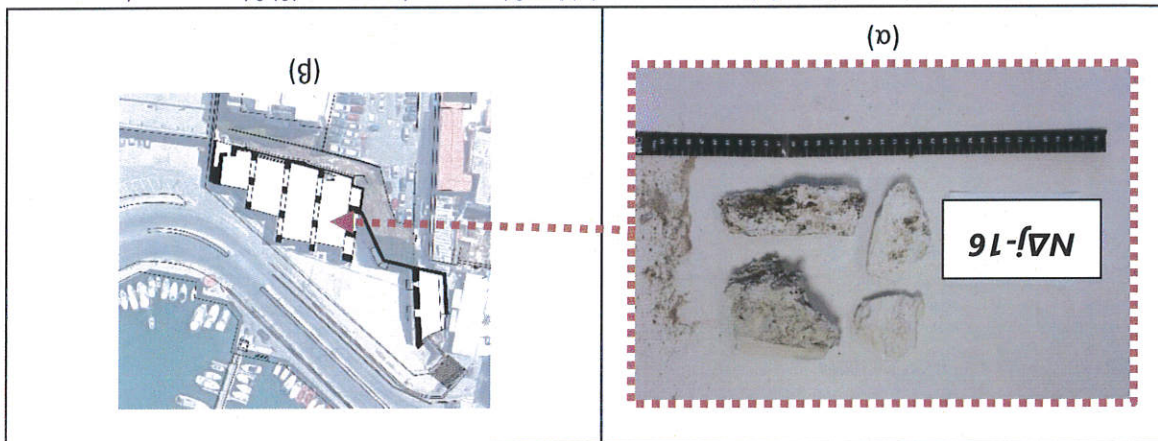
Σελίδα 17: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος NAp1-17: (α) ληφθέντος κονιάματος και (β) θέρσης στο υπόμνημα.



Το δελτίο Nηπ-17 είναι κοινό με άσπρο χρώμα και μικρά άδρανη ήπια, Το κείμενο είναι σκληρό. Το δελτίο βρέθηκε στον τοίχο της δεξιάς του ανατολικού νεώλου.

**NAP-17**

Σελίδα 16: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος ΝΔJ-16: (α) ληφθέντος κονιαμάτων και (β) δέσης στο υποβλήμα.



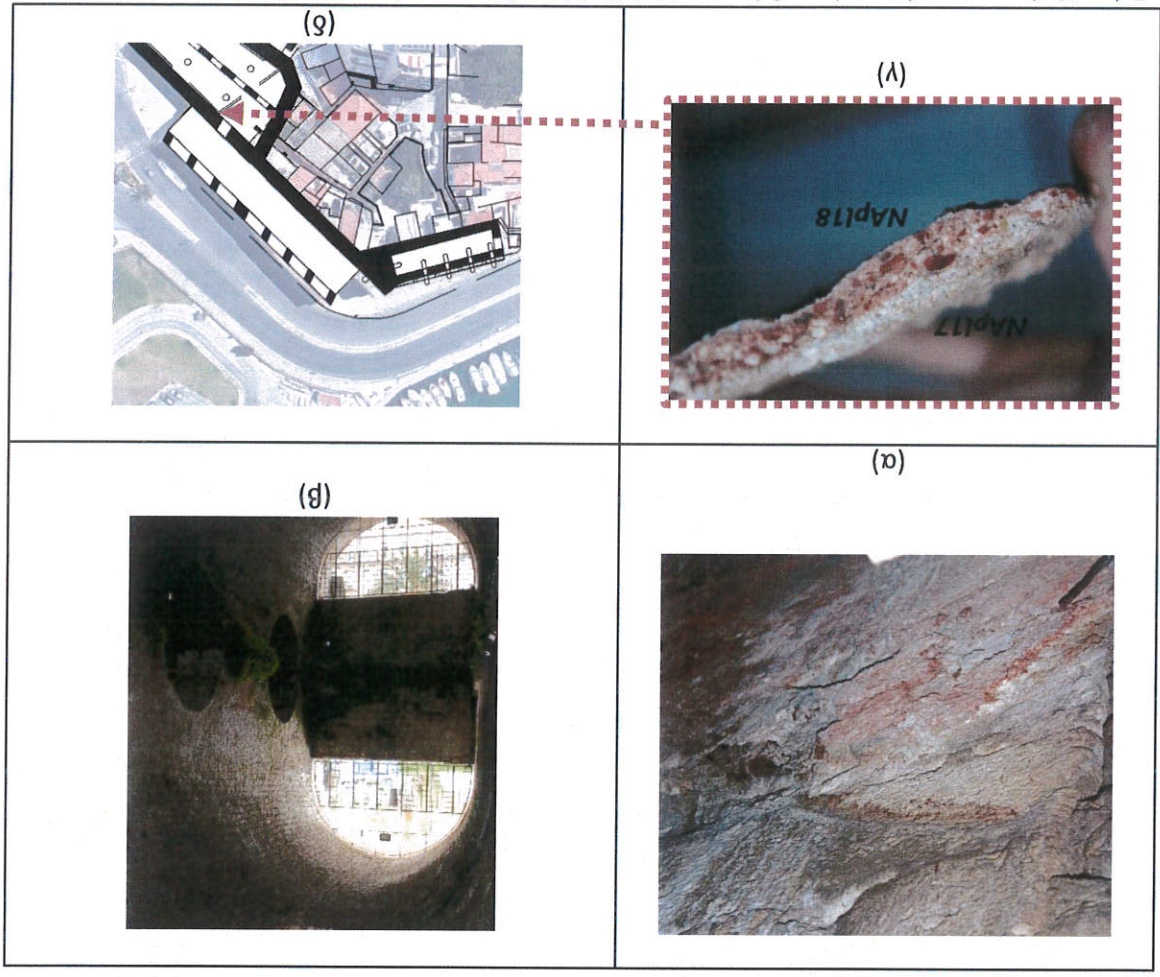


Εργαστήριο Υλικών Πολιτιστικής Κληρονομιάς και Σύγχρονης Δόμησης  
Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Πολυτεχνείο Κρήτης  
www.machmob.tuc.gr, email: pmaravelaki@isc.tuc.gr, τηλ 2821037661, 7663  
Διευθύντρια : καθηγήτρια Παύλα-Νόνη Μαράβελaki



### Nap1-18

Το δείγμα Nap1-18 είναι κοιλίωμα ποζ χρώματος με κόκκινα αδρανή. Παρατηρούνται μεγάλα άσπρα συσσωματώματα που φαίνεται να είναι κακώς αναμειγμένους ασβέστης. Το κοιλίωμα είναι σκληρό. Το δείγμα βρέθηκε στον τοίχο της δεξιάς του ανατολικού νεώλου, αποτέλει το τελευταίο χέρι του επιχρίματος της δεξιάς.



Σχήμα 18: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος Nap1-18: (α) Ληφθέντος κοιλίματος και (β) θέσης στο υπόμνημα.

### Nap1-19

Το δείγμα Nap1-19 είναι κοιλίωμα μπέζ/καφέ χρώματος με κόκκινα, μαύρα, άσπρα και μπέζ αδρανή. Παρατηρούνται μεγάλα άσπρα συσσωματώματα που φαίνεται να είναι κακώς αναμειγμένους ασβέστης. Το δείγμα δεν έχει συνοχή. Το δείγμα βρέθηκε 10 εκ. εσωτερικά του τοίχου του ανατολικού νεώλου.

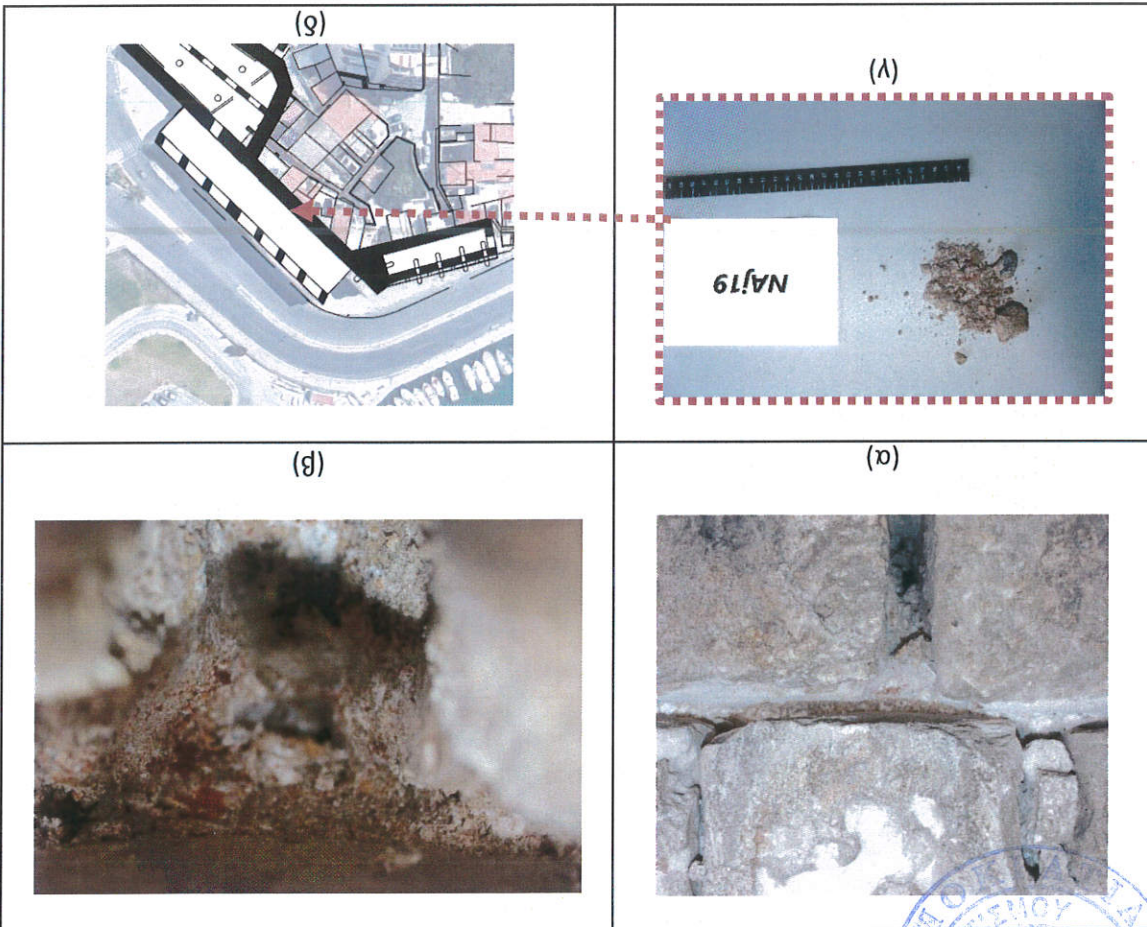




Το δείγμα NAJ-20 είναι κονίαμα με σκούρο καφέ χρώμα με μικρά αδρανή. Το δείγμα δεν έχει συνόχη. Βρέθηκε 10 εκ. του τοίχου του ανατολικού νεώρου.

### NAJ-20

Σχήμα 19: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος NAJ-19: (α) ληφθέντος κονιάματος και (β) θέσης στο υπόνημα



Εργαστήριο Υλικών Πολιτιστικής Κληρονομιάς και Σύγχρονης Δόμησης  
Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Πολυτεχνείο Κρήτης  
www.machmob.tuc.gr, email: pmhavelaki@isc.tuc.gr, τηλ 2821037661, 7663  
Διευθύντρια : Καθηγήτρια Πόλυνη Νόνη Μαπαβελάκη

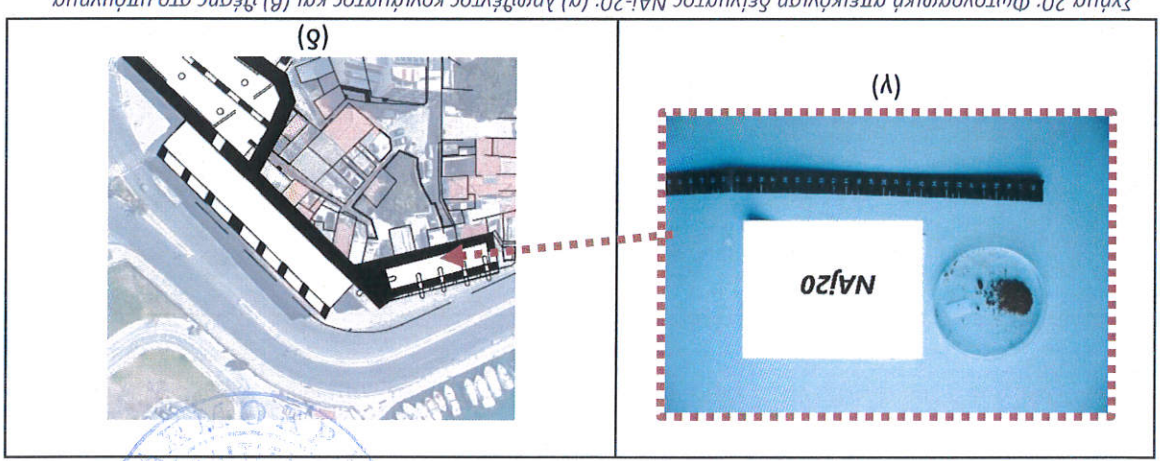




Εργαστήριο Υλικών Πολιτιστικής Κληρονομιάς και Σύγχρονης Δόμησης  
Συολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Πολυτεχνείο Κρήτης  
[www.machmob.tuc.gr](http://www.machmob.tuc.gr), email: [pmaraveleki@isc.tuc.gr](mailto:pmaraveleki@isc.tuc.gr), τηλ 2821037661, 7663  
Διευθύντρια : Καθηγήτρια Πάωλα-Νόνη Μαπαβελάκη



MACHMOB  
Materials for  
Cultural Heritage  
& Modern Building



Σχήμα 20: Φωτογραφική απεικόνιση δελτίματος Naj-20: (α) ληφθέντος κονιάματος και (β) θέσης στο υπόμνημα

### Naj-21

Το δελτίμα Naj-21 είναι κονίαμα με άσπρο χρώμα με πολύ λίγα αδρανή μπεζ και μαύρα. Το δελτίμα είναι σκληρό. Το δελτίμα βρέθηκε 8-10 εκ. εσωτερικά του τέταρτου θόλου των δυτικών νεωρίων.



Σχήμα 21: Φωτογραφική απεικόνιση δελτίματος Naj-21: (α) ληφθέντος κονιάματος και (β) θέσης στο υπόμνημα

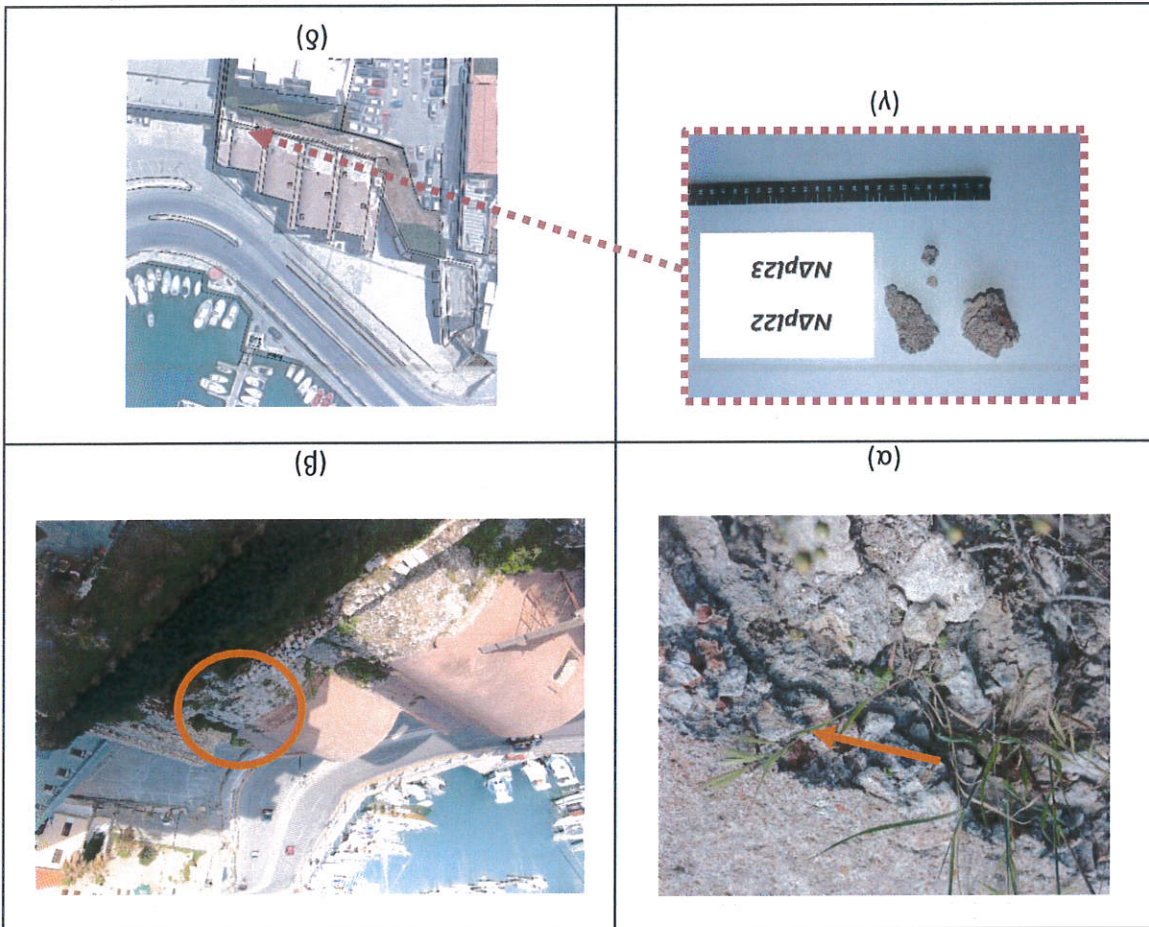
### Naj-22



Το δείγμα NΔπ1-23 είναι κονίαμα με πολύ μικρά κόκκινα αδρανή (κοιμάτια κεραμικών). Το δείγμα είναι αρκετά σκληρό και πολύ λεπτό. Το δείγμα βρέθηκε στην επιφάνεια του τέταρτου θόλου των δυτικών νεωρίων.

### NΔπ1-23

Σχήμα 22: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος NΔπ1-22: (α) ληφθέντος κοιμάτιος και (β) θέσης στο υπόμνημα



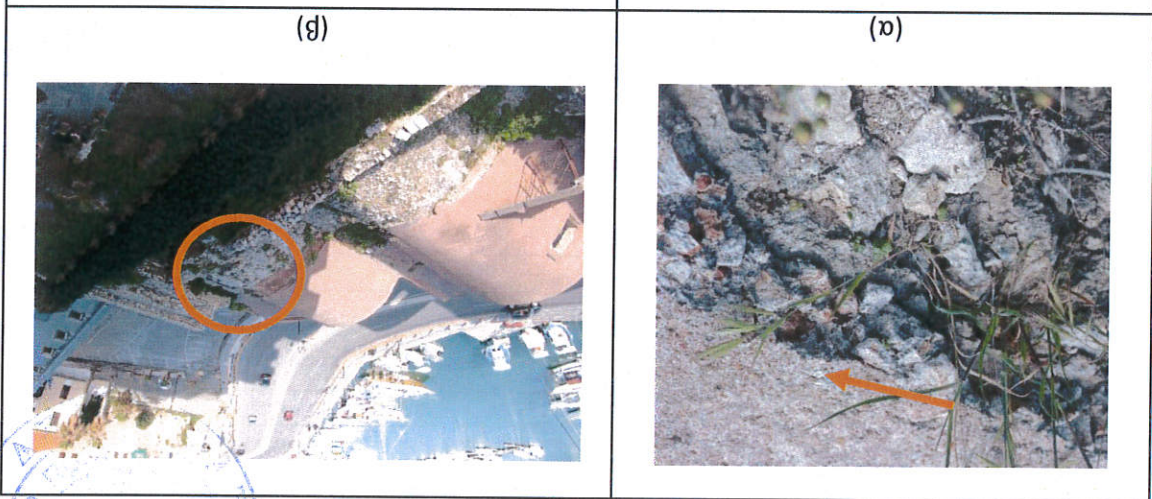
Το δείγμα NΔπ1-22 είναι κονίαμα άσπρου χρώματος με πολύ μεγάλα κόκκινα αδρανή (κοιμάτια κεραμικών). Το δείγμα είναι αρκετά σκληρό. Το δείγμα βρέθηκε στην επιφάνεια του τέταρτου θόλου των δυτικών νεωρίων.

Εργαστήριο Υλικών Πολιτιστικής Κληρονομιάς και Σύγχρονης Δόμησης  
Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Πολυτεχνείο Κρήτης  
www.machmob.tuc.gr, email: pmavrelaki@isc.tuc.gr, τηλ 2821037661, 7663  
Διευθύντρια : Καθηγήτρια Πάωλα-Νόνη Μαπαβελάκη





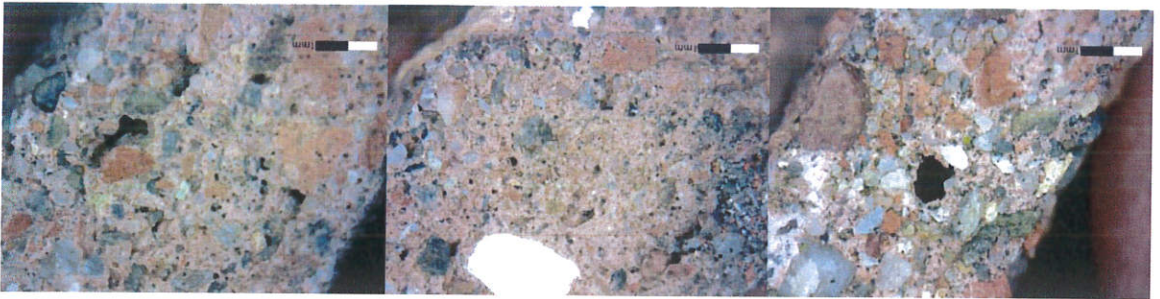
Εργαστήριο Υλικών Πολιτιστικής Κληρονομιάς και Σύγχρονες Δόμησης  
Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Πολυτεχνείο Κρήτης  
www.machmob.tuc.gr, email: pmaravelaki@isc.tuc.gr, τηλ 2821037661, 7663  
Διευθύντρια : Καθηγήτρια Παναγιώτα Μόνη Μαπαβελάκη



Σχήμα 23: Φωτογραφική απεικόνιση δείγματος Napi-23: (α) ληφθέντος κοιλώματος και (β) θέσης στο υπόμνημα

### 3.2. Μικροσκοπική ανάλυση δειγμάτων Napi-1

Το δείγμα Napi-1 είναι σχετικά σκληρό κοιλώμα με συνεκτική δομή ανοιχτό ποζ χρώματος και αδρανή μικρού και μεσαίου μεγέθους κόκκινα, πράσινα, καφέ και γκρι. Παρατηρούνται αρκετοί πόροι και συσσωματώματα αβέστη.



Σχήμα 24: Φωτογραφίες δείγματος Napi-1 από μικροσκόπιο οπτικών ινών.



Το δείγμα **Napi-3** έχει λευκό χρώμα με λίγα αδρανή μέρη που μεγέθους γκρι και καφέ. Έχει αρκετά υψηλή συνοχή.

**Napi-3**

|                     |                                                                                                                         |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Δείγμα              | <b>Napi-2</b>                                                                                                           |
| Χρώμα               | Λοσπο                                                                                                                   |
| Δομή                | Υψηλή συνοχή χωρίς πόρους                                                                                               |
| Αδρανή              | Λίγα αδρανή.<br>Αποχρώσεις: κόκκινο (πιθανώς κομμάτια από κεραμικό), γκρι, άχρωμα και μαύρο (πιθανώς κομμάτια σιδήρου). |
| Κοκκομετρία αδρανών | Αδρανή μεγέθους < 2 mm                                                                                                  |
| Κονία               | Υπόλευκη κονία με κομμάτια τμη-αναμεμιγμένο μπλε υλικό (εδαφικό υλικό).                                                 |
| Παρατηρήσεις        | <ul style="list-style-type: none"><li>Παρουσία μαύρης κρούστας βιολογικής φύσης</li></ul>                               |

Σχήμα 25: Φωτογραφίες δείγματος Napi-2 από μικροσκόπιο οπτικών ινών.



Το δείγμα **Napi-2** είναι άσπρο χρώματος με αδρανή μέρη και μεσαίου μεγέθους κόκκινο, μαύρο και γκρι. Έχει αρκετά υψηλή συνοχή και δεν παρουσιάζει πόρους.

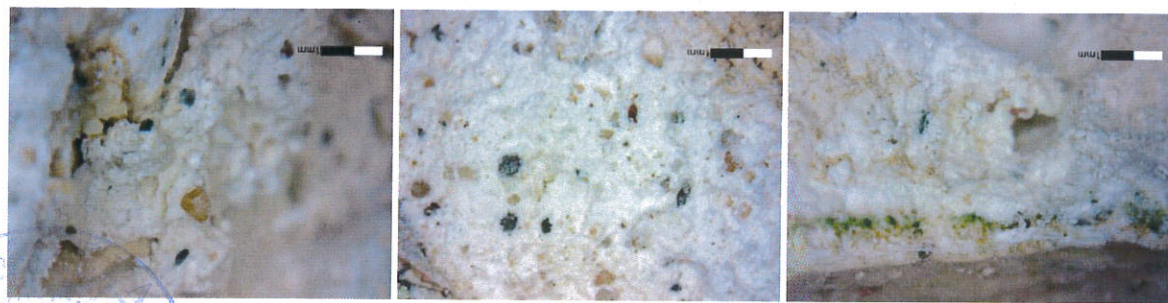
**Napi-2**

|                     |                                                                                                                                                                             |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Δείγμα              | <b>Napi-1</b>                                                                                                                                                               |
| Χρώμα               | Ροζ                                                                                                                                                                         |
| Δομή                | Συνεκτική δομή με πόρους                                                                                                                                                    |
| Αδρανή              | Αδρανή ποικίλων αποχρώσεων: πράσινο, κόκκινο καφέ και γκρι                                                                                                                  |
| Κοκκομετρία αδρανών | Αδρανή μεγέθους < 2 mm.                                                                                                                                                     |
| Κονία               | Ανοιχτό ροζ                                                                                                                                                                 |
| Παρατηρήσεις        | <ul style="list-style-type: none"><li>Κόκκινα αδρανή: κομμάτια κεραμικών</li><li>Κονία: ανάκτηση από τη δεκαετία του 1970: ισχυρή πιθανότητα παρουσίας τσιμέντου.</li></ul> |

Εργαστήριο Υλικών Πολιτιστικής Κληρονομιάς και Σύγχρονης Δόμησης  
Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Πολυτεχνείο Κρήτης  
www.machmob.tuc.gr, email: pmaraavelaki@isc.tuc.gr, τηλ 2821037661, 7663  
Διευθύντρια: Καθηγήτρια Πάωλα-Νόνη Μαράβεζακη



Εργαστήριο Ύλικών Πολιτισμικής Κληρονομιάς και Σύγχρονης Δόμησης  
Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Πολυτεχνείο Κρήτης  
www.machmob.tuc.gr, email: pmaravelaki@isc.tuc.gr, τηλ 2821037661, 7663  
Διευθυντής : Καθηγήτρια Πάυλα-Νόνη Μαραβέλακη

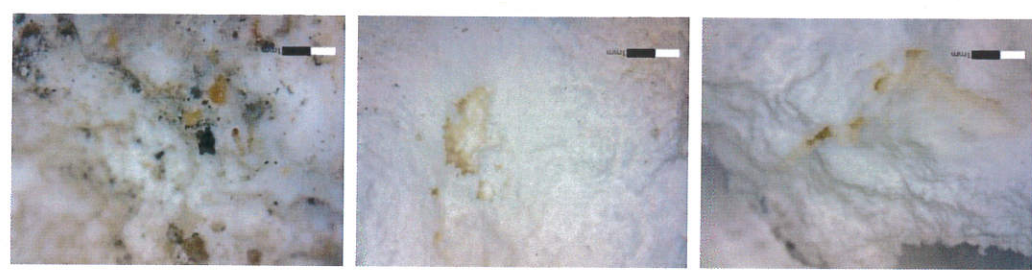


Σχήμα 26: Φωτογραφίες δείγματος NAJ-3 από μικροσκοπιο οπτικών ινών.

| Δείγμα              | NAJ-3                                                                  |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------|
| Χρώμα               | Λευκό                                                                  |
| Δομή                | Υψηλή συνοχή με πόρους.                                                |
| Αδρανή              | Αδρανή γκρι και καφέ.                                                  |
| Κοκκομετρία αδρανών | Αδρανή μεγέθους < 1 mm                                                 |
| Κονία               | Λευκή κονία                                                            |
| Παρατηρήσεις        | Βιολογική φθορά φυτικών οργανισμών και μικροοργανισμών στην επιφάνεια. |

## NAJ-4

Το δείγμα **NAJ-4** έχει λευκό χρώμα με πολύ λίγα αδρανή μικρού μεγέθους γκρι και καφέ. Έχει αρκετά υψηλή συνοχή.



Σχήμα 27: Φωτογραφίες δείγματος NAJ-4 από μικροσκοπιο οπτικών ινών.

| Δείγμα              | NAJ-4                                                                     |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| Χρώμα               | Λευκό                                                                     |
| Δομή                | Υψηλή συνοχή.                                                             |
| Αδρανή              | Αδρανή γκρι και καφέ.                                                     |
| Κοκκομετρία αδρανών | Αδρανή μεγέθους < 1 mm                                                    |
| Κονία               | Λευκή κονία                                                               |
| Παρατηρήσεις        | Η οπτική παρουσία αδρανών μπορεί να οφείλεται σε επαφή με άλλα κονιάματα. |

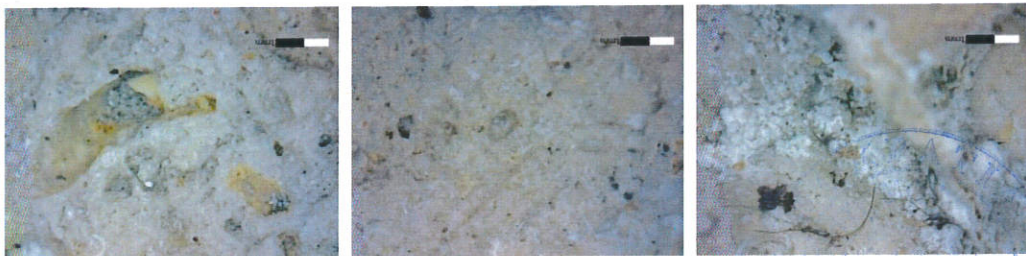
## NAJ-5

Το **NAJ-5** είναι καφέ λίθος με πόρους και ίχνη παρουσίας μικροοργανισμών. Παρατηρούνται επίσης ίχνη λευκού κονιάματος με καφέ κόκκους.





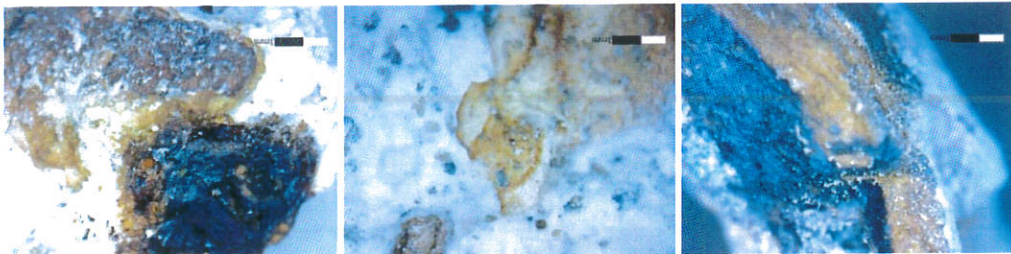
Εργαστήριο Υλικών Πολιτιστικής Κληρονομιάς και Σύγχρονης Δόμησης  
Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Πολυτεχνείο Κρήτης  
www.machmob.tuc.gr, email: pmaravelaki@isc.tuc.gr, τηλ 2821037661, 7663  
Διεύθυνση : Καθηγήτρια Πάωλα-Νόνη Μαράβελου



Σχήμα 28: Φωτογραφίες δείγματος NAS-5 από μικροσκόπιο οπτικών ινών.

## NAP-6

Το δείγμα **NAP-6** παρουσιάζει υψηλή συνοχή. Η κοιλία έχει λευκό χρώμα με πολύ λίγα και μικρά καφέ αδρανή. Παρατηρείται σημαντική παρουσία σκουριάς.



Σχήμα 29: Φωτογραφίες δείγματος NAP-6 από μικροσκόπιο οπτικών ινών.

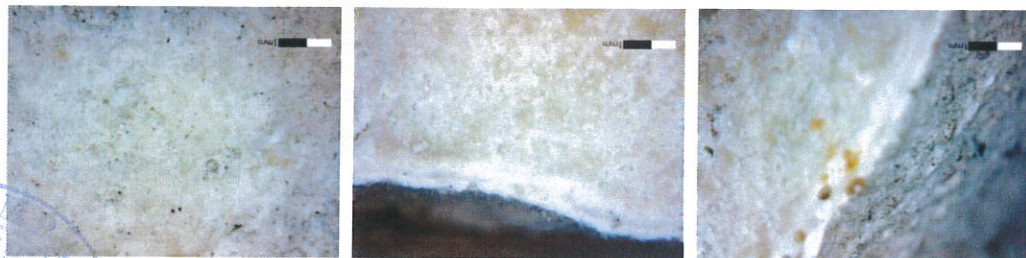
|                     |                              |
|---------------------|------------------------------|
| Δείγμα              | NAP-6                        |
| Χρώμα               | Λευκό                        |
| Δομή                | Υψηλή συνοχή                 |
| Αδρανή              | Μικρό μέγεθος. Χρώμα : καφέ  |
| Κοκκομετρία αδρανών | Αδρανή μέγεθος < 1 mm        |
| Κοιλία              | Λευκή κοιλία.                |
| Παρατηρήσεις        | Σημαντική παρουσία σκουριάς. |

## NAS-7

Το δείγμα **NAS-7** είναι άσπρος λίθος με πόρους και ίχνη παρουσίας μικροοργανισμών. Παρατηρούνται ίχνη λευκού κονιάματος με καφέ κόκκους.



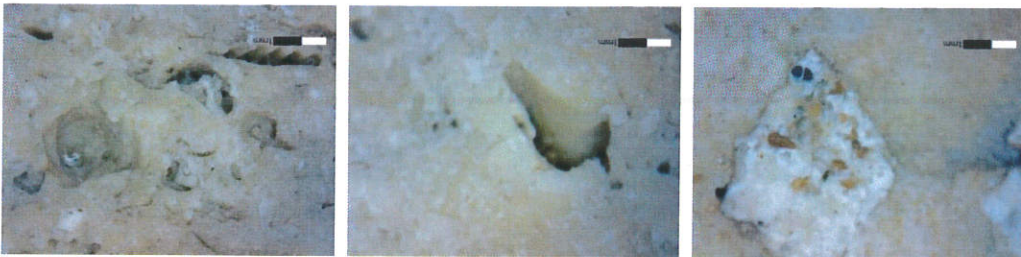
Εργαστήριο Υλικών Παλαιοεπιστήμης, Κληρονομιάς και Σύγχρονης Δόμησης  
Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Πολυτεχνείο Κρήτης  
[www.machmob.tuc.gr](http://www.machmob.tuc.gr), email: [pmaravelaki@isc.tuc.gr](mailto:pmaravelaki@isc.tuc.gr), τηλ 2821037661, 7663  
Διευθύντρια : καθηγήτρια Παύλα-Νόνη Μαράβελaki



Σχήμα 30: Φωτογραφίες δείγματος NAS-7 από μικροσκόπιο οπτικών ινών.

#### NAS-8

Το δείγμα **NAS-8** είναι ημεζ και πορτοκαλί λίθος με πόρους και ίχνη παρούσας μικροοργανισμών. Παρατηρούνται επίσης ίχνη λευκού κονιάματος με καφέ κόκκους.



Σχήμα 31: Φωτογραφίες δείγματος NAS-8 από μικροσκόπιο οπτικών ινών.

#### NAS-9

Το δείγμα **NAS-9** έχει λευκό αδρανή με σημαντική παρούσα μεγάλων φυτικών ινών. Έχει υψηλή συνοχή και δεν παρουσιάζει ρηγματώσεις.



Σχήμα 32: Φωτογραφίες δείγματος NAS-9 από μικροσκόπιο οπτικών ινών.

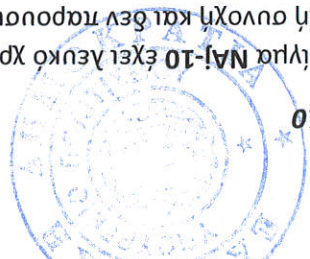
|                     |                               |
|---------------------|-------------------------------|
| Δείγμα              | NAS-9                         |
| Χρώμα               | Λευκό                         |
| Δομή                | Υψηλή συνοχή.                 |
| Αδρανή              | -                             |
| Κοκκομετρία αδρανών | -                             |
| Κονία               | Λευκή κονία                   |
| Παρατηρήσεις        | παρούσα μεγάλων φυτικών ινών. |





Εργαστήριο Υλικών Πολιτιστικής Κληρονομιάς και Σύγχρονης Δόμησης  
Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Πολυτεχνείο Κρήτης  
[www.machmob.tuc.gr](http://www.machmob.tuc.gr), email: [pmaravelelaki@isc.tuc.gr](mailto:pmaravelelaki@isc.tuc.gr), τηλ 2821037661, 7663  
Διευθύντρια : Καθηγήτρια Πάωλα Μαργαλάκη

MACHMOB  
Materials for  
Cultural Heritage  
& Modern Building



Το δείγμα **NAJ-10** έχει λευκό αδρανή με λίγα λεπτόκοκκα αδρανή ψάχα και μαύρου χρώματος. Έχει υψηλή συνοχή και δεν παρουσιάζει ρηγματώσεις.

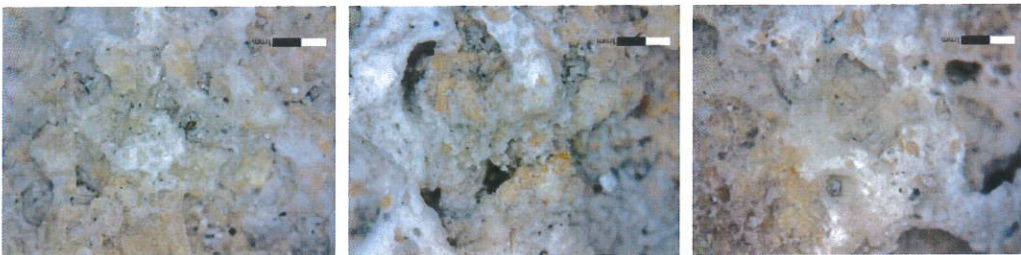


Σχήμα 33: Φωτογραφίες δείγματος NAJ-10 από μικροσκόπιο οπτικών ινών.

| Δείγμα              | NAJ-10                                |
|---------------------|---------------------------------------|
| Χρώμα               | Λευκό                                 |
| Δομή                | Υψηλή συνοχή.                         |
| Αδρανή              | Μικρό μέγεθος. Χρώμα: ψάχα και μαύρα. |
| Κοκκομετρία αδρανών | Αδρανή μέγεθος < 1 mm                 |
| Κονία               | Λευκή κονία                           |
| Παρατηρήσεις        | Ίχνη από κοιμητήρια λίθου             |

#### NAJ-11

Το δείγμα **NAJ-11** είναι γκρι/μπλεζ λίθος με πόρους. Παρατηρούνται ίχνη λευκού κονιμιάτος με καφέ κόκκους.



Σχήμα 34: Φωτογραφίες δείγματος NAJ-11 από μικροσκόπιο οπτικών ινών.

#### NAJ-12

Το δείγμα **NAJ-12** είναι πορτοκαλί/ροζ λίθος με πόρους και ίχνη παρούσας μικροοργανισμών.



Εργαστήριο Υλικών Πολιτιστικής Κληρονομιάς και Σύγχρονης Δόμησης  
Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Πολυτεχνείο Κρήτης  
[www.machmob.tuc.gr](http://www.machmob.tuc.gr), email: [pmaravelaki@isc.tuc.gr](mailto:pmaravelaki@isc.tuc.gr), τηλ 2821037661, 7663  
Διευθύντρια : καθηγήτρια Πάωλα-Νόνη Μαράβελaki



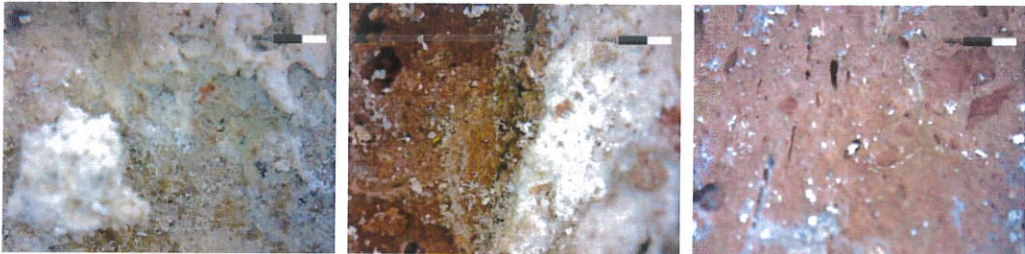
MachMob  
Materials for  
Cultural Heritage  
& Modern Building

Σχήμα 35: Φωτογραφίες δείγματος Nds-12 από μικροσκόπιο οπτικών ινών.



### Nds-13

Το δείγμα **Nds-13** έχει λευκό χρώμα με πολύ μεγάλα αδρανή κόκκινα (κοιμάτια κεραμικών). Έχει υψηλή συνοχή και δεν παρουσιάζει ρηγματώσεις.

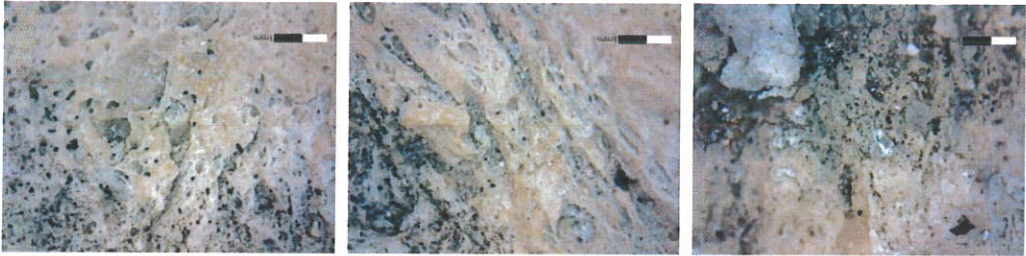


Σχήμα 36: Φωτογραφίες δείγματος Nds-13 από μικροσκόπιο οπτικών ινών.

|                     |                                     |
|---------------------|-------------------------------------|
| Δείγμα              | Nds-13                              |
| Χρώμα               | Λευκό                               |
| Δομή                | Υψηλή συνοχή.                       |
| Αδρανή              | Μεγάλο μέγεθος. Χρώμα : κόκκινα.    |
| Κοκκομετρία αδρανών | Αδρανή μέγεθος > 5 mm               |
| Κονία               | Λευκή κονία                         |
| Παρατηρήσεις        | Τα αδρανή είναι κοιμάτια κεραμικών. |

### Nds-14

Το δείγμα **Nds-14** είναι ποζ λίθος με αρκετούς πόρους και παρούσα αλάτων και μολύβια.



Σχήμα 37: Φωτογραφίες δείγματος Nds-14 από μικροσκόπιο οπτικών ινών.

### Nds-15





Εργαστήριο Υλικών Πολιτιστικής Κληρονομιάς και Σύγχρονης Δόμησης  
Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Πολυτεχνείο Κρήτης  
www.machmob.tuc.gr, email: pmaravelaki@isc.tuc.gr, τηλ 2821037661, 7663  
Διευθυντής: Καθηγήτρια Πάωλα-Νόνη Μαργαβάνη

MACHMOB  
Materials for  
Cultural Heritage  
& Modern Building



Το δείγμα **NAJ-15** έχει γκρι χρώμα χωρίς αδρανή με μαύρα συσσωματώματα (σταχτή), περιοχές συκέντρωσης εδαφικών υλικών, λευκά συσσωματώματα (μη-αναμεμιγμένους αβέστης) και κόκκινα κομμάτια (κεραμικά). Έχει μέτρια συνοχή, σφικτερούς πόρους και παρουσιάζει ρηγματώσεις.

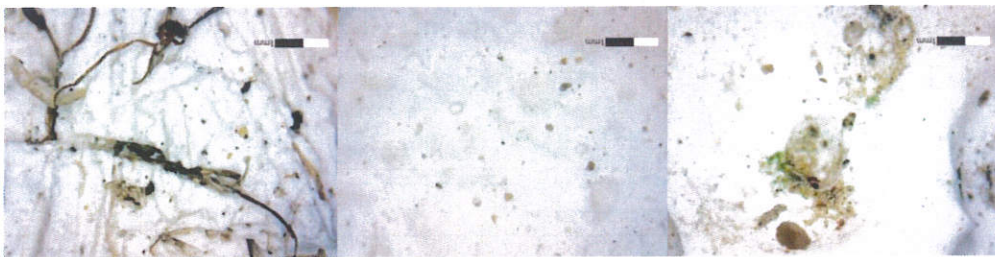


Σχήμα 38: Φωτογραφίες δείγματος NAJ-15 από μικροσκόπιο οπτικών ινών.

|                     |                        |
|---------------------|------------------------|
| Δείγμα              | NAJ-15                 |
| Χρώμα               | Γκρι                   |
| Δομή                | Μέτρια συνοχή.         |
| Αδρανή              | -                      |
| Κοκκομετρία αδρανών | -                      |
| Κοιλία              | Γκρι κοιλία            |
| Παρατηρήσεις        | παρουσία μεγάλων λίδων |

## NAJ-16

Το δείγμα **NAJ-16** έχει λευκό χρώμα χωρίς αδρανή. Έχει υψηλή συνοχή και δεν παρουσιάζει ρηγματώσεις. Παρατηρούνται μούχλα και φυτικές ίνες.



Σχήμα 39: Φωτογραφίες δείγματος NAJ-16 από μικροσκόπιο οπτικών ινών.

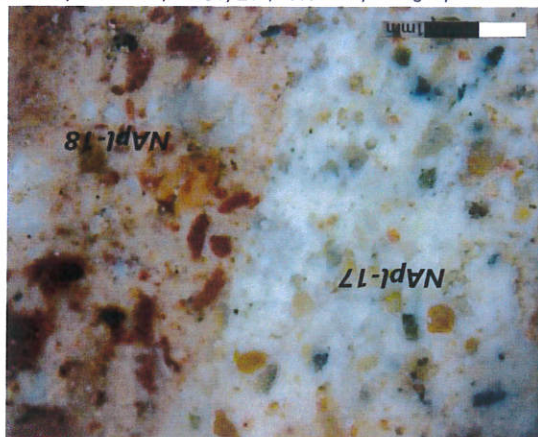
|                     |                                                |
|---------------------|------------------------------------------------|
| Δείγμα              | NAJ-16                                         |
| Χρώμα               | Λευκό                                          |
| Δομή                | Υψηλή συνοχή.                                  |
| Αδρανή              | -                                              |
| Κοκκομετρία αδρανών | -                                              |
| Κοιλία              | Λοιπή κοιλία                                   |
| Παρατηρήσεις        | Παρουσία μούχλας και διαφόρων οργανικών υλικών |



Εργαστήριο Υλικών Πολιτιστικής Κληρονομιάς και Σύγχρονης Δόμησης  
Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Πολυτεχνείο Κρήτης  
[www.machmob.tuc.gr](http://www.machmob.tuc.gr), email: [pmaravelelaki@isc.tuc.gr](mailto:pmaravelelaki@isc.tuc.gr), τηλ 2821037661, 7663  
Διευθύντρια : Καθηγήτρια Παύλα-Νόνη Μαργελάκη

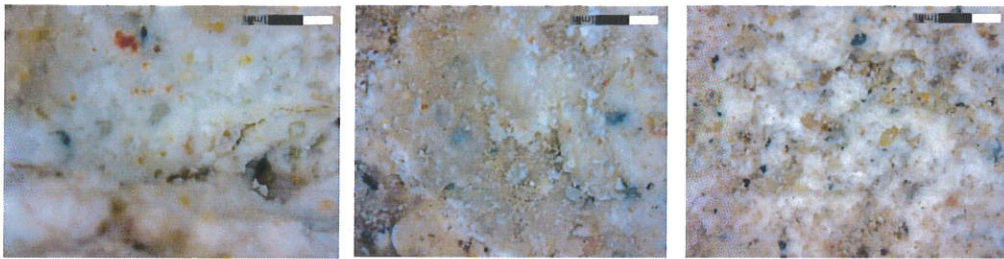


#### Napl-17-18



Σχήμα 40: Φωτογραφία δειγμάτων Napl-17/18 από μικροσκόπιο οπτικών ινών.

#### Napl-17



Σχήμα 41: Φωτογραφία δειγματος Napl-17 από μικροσκόπιο οπτικών ινών.

Το δείγμα **Napl-17** έχει λευκό/μπλε χρώμα στην κοιλία και μικρά αδρανή μάρμα, μπλε και χρώματος  
ώχρας. Έχει υψηλή συνοχή και δεν παρουσιάζει ρηγματώσεις

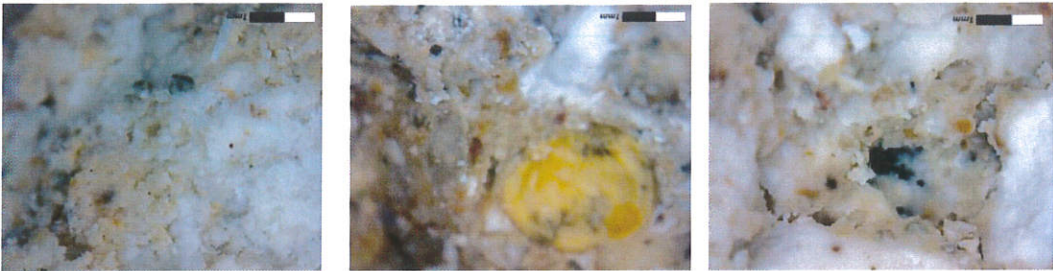
|                     |                                   |
|---------------------|-----------------------------------|
| Δείγμα              | Napl-17                           |
| Χρώμα               | Λευκό/Μπλε                        |
| Δομή                | Υψηλή συνοχή.                     |
| Αδρανή              | Μάρμα, μπλε, ώχρα                 |
| Κοκκομετρία αδρανών | < 2mm                             |
| Κοιλία              | Λευκή κοιλία                      |
| Παρατηρήσεις        | Μικρά αδρανή διαφόρων<br>χρωμάτων |



|        |                      |
|--------|----------------------|
| Δείγμα | NAJ-19               |
| Χρώμα  | Μπεζ/καφέ            |
| Δομή   | Καθόλου συνοχή.      |
| Αδρανή | Κόκκινα, άσπρα, μπεζ |

Το δείγμα NAJ-19 είναι μια μπεζ/καφέ χρωματός με κόκκινα, άσπρα, μπεζ αδρανή. Παράτησαν άσπρα συσσωματώματα που πιθανόν είναι κακώς αναμεμιγμένος αβέστης. Το κοιλιακό δεν παρουσιάζει συνοχή και έχει ρηγματώσεις

Σχήμα 43: Φωτογραφία δείγματος NAJ-19 από μικροσκοπιο οπτικών ινών.

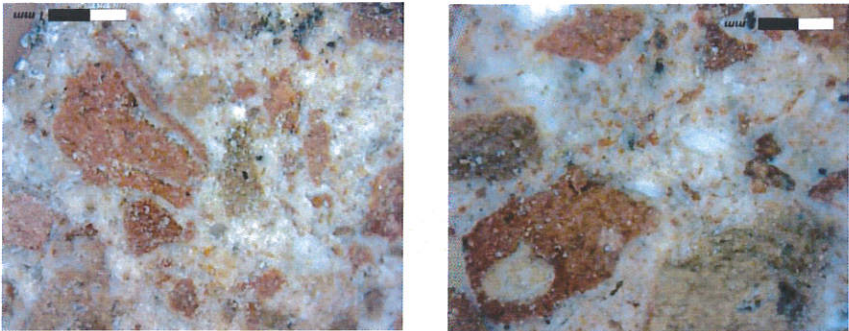


NAJ-19

|                     |                                                                             |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| Δείγμα              | NAJ-18                                                                      |
| Χρώμα               | Ροζ                                                                         |
| Δομή                | Υψηλή συνοχή.                                                               |
| Αδρανή              | Κόκκινα αδρανή                                                              |
| Κοκκομετρία αδρανών | > 5mm                                                                       |
| Κοιλία              | Ροζ κοιλία                                                                  |
| Παρατηρήσεις        | Παρούσα μεγάλων κομματιών από κεραμικά και άσπρα από μη αναμεμιγμένο αβέστη |

Το δείγμα NAJ-18 αποτελεί κοιλιακό ροζ χρωματός(κουρασάνι) με μεγάλα κομμάτια κεραμικών. Το κοιλιακό αυτό έχει υψηλή συνοχή και δεν παρουσιάζει ρηγματώσεις

Σχήμα 42: Φωτογραφία δείγματος NAJ-18 από μικροσκοπιο οπτικών ινών.



NAJ-18

Εργαστήριο Υλικών Πολιτιστικής Κληρονομιάς και Σύγχρονης Δόμησης  
Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Πολυτεχνείο Κρήτης  
www.machmob.tuc.gr, email: pmaravelaki@isc.tuc.gr, τηλ 2821037661, 7663  
Διευθύντρια: Καθηγήτρια Πάωλα-Νόνη Μαραβέλακη





Εργαστήριο Υλικών Πολιτισμικής Κληρονομιάς και Σύγχρονης Δόμησης  
Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Πολυτεχνείο Κρήτης  
www.machmob.tuc.gr, email: pmaravelaki@isc.tuc.gr, τηλ 2821037661, 7663  
Διευθυντής : Καθηγήτρια Παναγιώτα Νόνη Μπαρβελάκη



### NAJ-20

|                       |        |                          |
|-----------------------|--------|--------------------------|
| Κοκκομετρία αδρανών   | Κοιλία | Παρατηρήσεις             |
| Διάφορες κοκκομετρίες | Μπλεζ  | Κοιλιά στην αναμετρεμένη |
|                       | Κοιλιά | αβέστη                   |



Σχήμα 44: Φωτογραφία δείγματος NAJ-20 από μικροσκοπιο οπτικών ινών.

Το δείγμα **NAJ-20** έχει σκούρο καφέ χρώμα με στρογγυλά αδρανή με σκούρο χρώμα. Το κοιλίωμα δεν έχει συνοχή, έχει αρκείτους πόρους και μικρή ποσότητα συνδετικής ύλης (κοιλιάς).

|        |        |             |      |                |        |              |                     |      |        |             |              |   |
|--------|--------|-------------|------|----------------|--------|--------------|---------------------|------|--------|-------------|--------------|---|
| Δείγμα | NAJ-20 | Σκούρο καφέ | Δομή | Καθόλου συνοχή | Αδρανή | Σκούρο χρώμα | Κοκκομετρία αδρανών | <1mm | Κοιλία | Καφέ κοιλία | Παρατηρήσεις | - |
|--------|--------|-------------|------|----------------|--------|--------------|---------------------|------|--------|-------------|--------------|---|

### NAJ-21



Σχήμα 45: Φωτογραφία δείγματος NAJ-20 από μικροσκοπιο οπτικών ινών.

Το δείγμα **NAJ-21** έχει λευκό χρώμα με λίγα και μικρού μεγέθους αδρανή μαύρου και μπλε χρώματος. Το κοιλίωμα έχει καλή συνοχή και είναι πολύ σκληρό.

|        |        |       |      |              |        |             |                     |       |        |              |  |
|--------|--------|-------|------|--------------|--------|-------------|---------------------|-------|--------|--------------|--|
| Δείγμα | NAJ-21 | Λευκό | Δομή | Υψηλή συνοχή | Αδρανή | Μαύρα, μπλε | Κοκκομετρία αδρανών | < 1mm | Κοιλία | Λευκό κοιλία |  |
|--------|--------|-------|------|--------------|--------|-------------|---------------------|-------|--------|--------------|--|



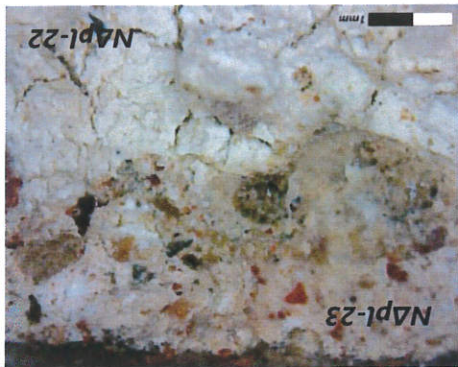


Εργαστήριο Υλικών Πολιτιστικής Κληρονομιάς και Σύγχρονης Δόμησης  
Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Πολυτεχνείο Κρήτης  
www.machmob.tuc.gr, email: pmaravelaki@isc.tuc.gr, τηλ 2821037661, 7663  
Διευθύντρια : Καθ. ηγήτρια Πάωλα Νόνη Μαπαβελάκη



MachMob  
Materials for  
Cultural Heritage  
& Modern Building

### NΔpl-22/23



Σχήμα 46: Φωτογραφία δέγματος NΔpl-22/23 από μικροσκόπιο οπτικών ινών.

### NΔpl-22



Σχήμα 47: Φωτογραφία δέγματος NΔpl-22 από μικροσκόπιο οπτικών ινών.

Το δέγμα **NΔpl-22** έχει λευκό χρώμα με μετρία κόκκινα αδρανή (κοιμάτια κεραμικών). Το κοιλίωμα φαίνεται να έχει ηλιαστώσεις και κακή ανάμειξη ενώ είναι πολύ σκληρό.

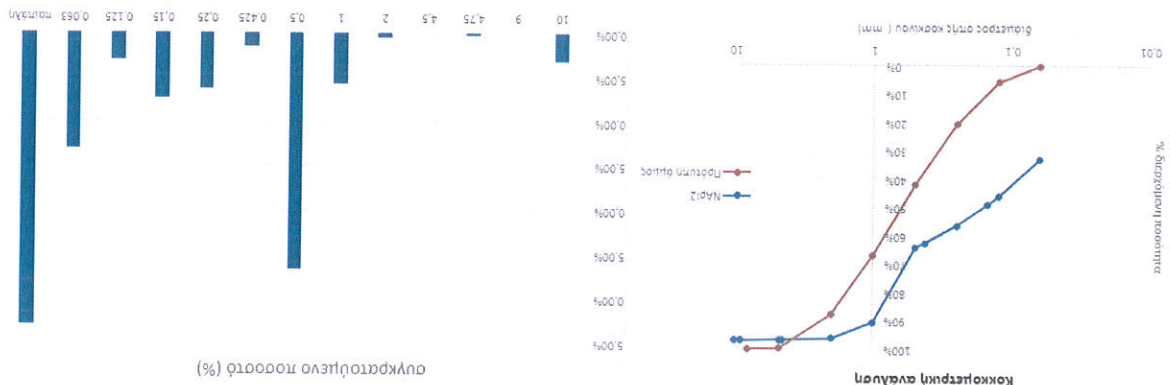
|                     |                                        |
|---------------------|----------------------------------------|
| Δείγμα              | NΔpl-22                                |
| Χρώμα               | Λευκό                                  |
| Δομή                | Κακή ανάμειξη αλλά συνεκτικό           |
| Αδρανή              | Κόκκινα (κεραμικά)                     |
| Κοκκομετρία αδρανών | > 2mm                                  |
| Κοιλία              | Λείπη κοιλία                           |
| Παρατηρήσεις        | Έχει ηλιαστώσεις ενώ είναι πολύ σκληρό |

### NΔpl-23

Το δέγμα **NΔpl-23** έχει ποζ χρώμα (κουρασμένο) με πολύ μικρά κόκκινα αδρανή (κοιμάτια κεραμικών). Το κοιλίωμα αυτό είναι αρκετά σκληρό και πολύ λεπτό.

|        |         |
|--------|---------|
| Δείγμα | NΔpl-23 |
| Χρώμα  | Ποζ     |

Σχῆμα 48: Καμπύλη κοκκομετρικής διαβάθμισης και παράγωγα ποσοστά αδρανών δειγμάτων Npl-2.

[illegible]

***Napl-2***

Նույն ժամանակահատվածում ԼՂ-ի զորքերը ևս մեծ թվով ծանցումներ են կատարել հայկական տարածքներում, որոնցից մեծ մասը կապված է հայկական բնակավայրերի և հայկական տնտեսական գոտիների զավթման հետ։

### 3.2. Κοκκομετρική ανάλυση

|                     |                            |
|---------------------|----------------------------|
| Δομή                | Καλή συνοχή.               |
| Αδρανή              | Κόκκινα (κεραμικά)         |
| Κοκκομετρία αδρανών | > 1mm                      |
| Κονία               | Ποζ κονία                  |
| Παρατηρήσεις        | Είναι πολύ σκληρό και λείο |

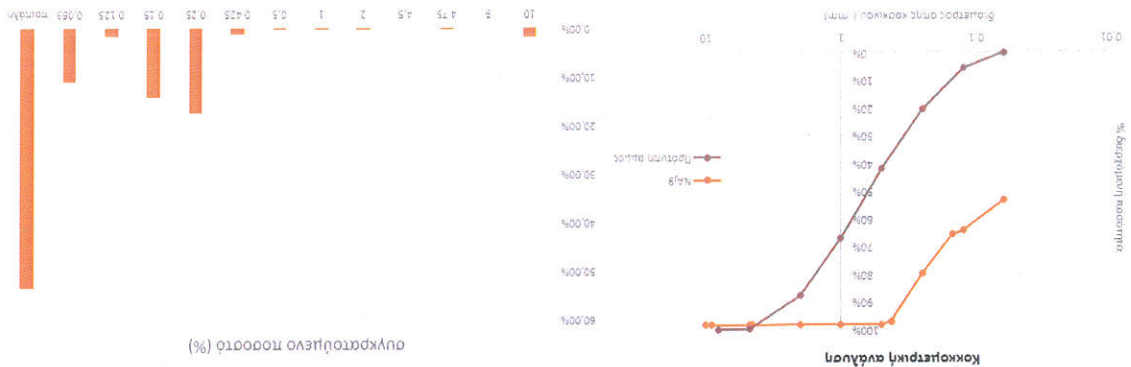


Εργαστήριο Υλικών Πολυτεχνικής Καθηγορημίδας και Σύγχρονης Δόμησης  
Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Πολυτεχνείο Κρήτης  
[www.machmobi.tuc.gr](http://www.machmobi.tuc.gr), email: [pmaraveia@kai.tuc.tuc.gr](mailto:pmaraveia@kai.tuc.tuc.gr), τηλ 2821037661, 7663  
Διεύθυνση : Καθηγητήρια Παύλα-Νόνη Μαράβεζακη





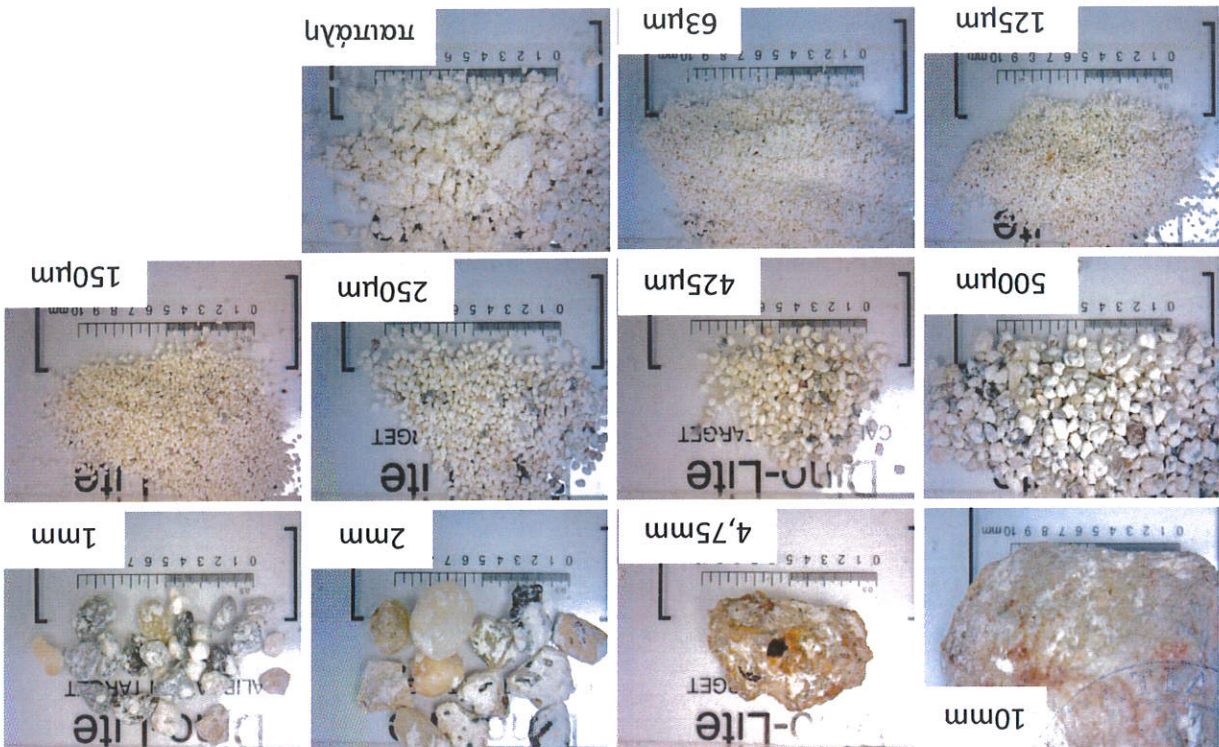
Σχήμα 50: Καμπύλη κοκκομετρικής διαβάθμισης και παρόμοια ποσοστό αδρανών δείγματος NAJ-9.



Το κοιλίμα NAJ-9 αποτελείται κυρίως από λεπτόκοκκα αδρανή και μεγάλο ποσοστό ιών φυτικής προέλευσης, παρατηρείται ότι το μεγάλο ποσοστό αυτών συναντάται στα 0,25mm (~15%) και στα 0,15mm (>10%). Το κοιλίμα NAJ-9 έχει όπως φαίνεται και πολύ μεγάλο ποσοστό παυτάλης (>50%). Από το αποτελέσμα της κοκκομετρικής δεν είναι καθαρό να κριθεί με αυτή της πρότυπης άμμου, γεγονός που οφείλεται στο πολύ μεγάλο ποσοστό παυτάλης.

## NAJ-9

Σχήμα 49: Μικροσκοπική λήψη κοκκομετρικών κλασμάτων NAJ-2.

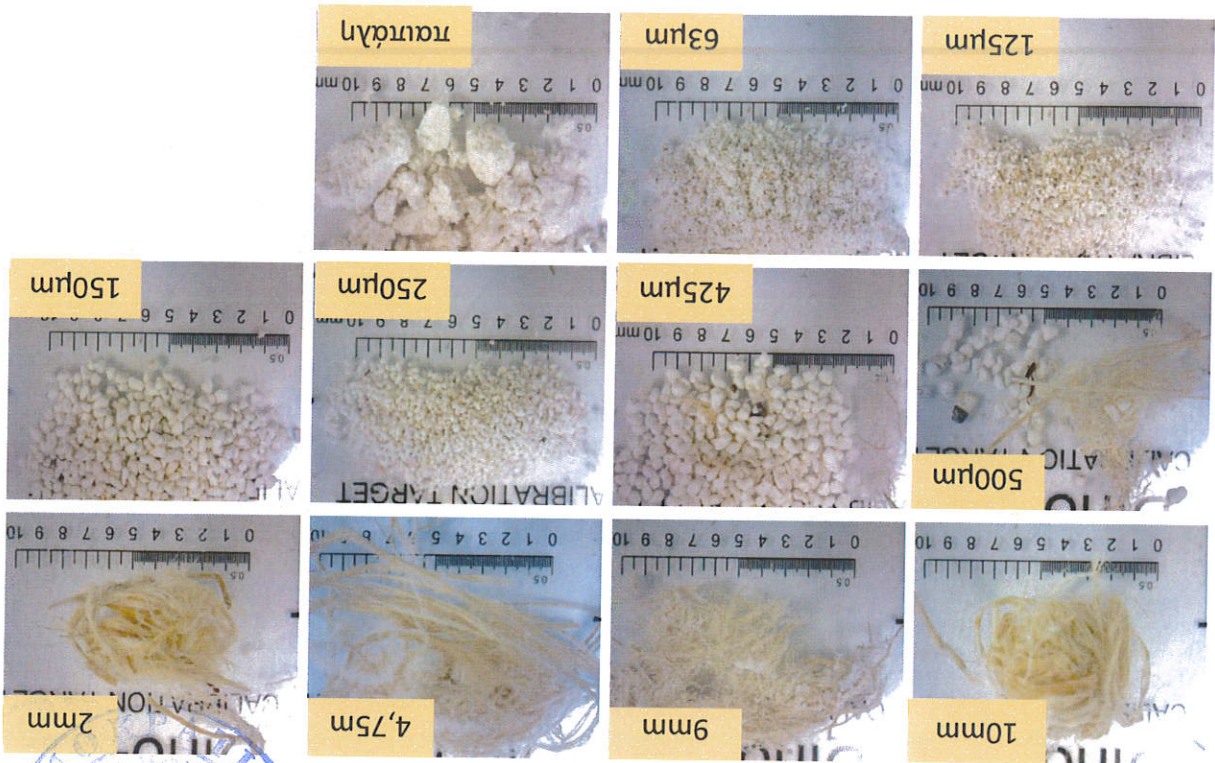
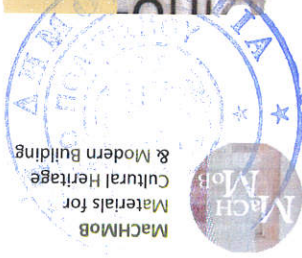


Εργαστήριο Υλικών Πολιτιστικής Κληρονομιάς και Σύγχρονης Δόμησης  
 Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Πανεπιστημίου Κρήτης  
 Email: pmaravelaki@isc.tuc.gr, τηλ 2821037661, 7663  
 Διεύθυνση: Καθηγήτρια Πάωλα Νόνη Μαράβελου





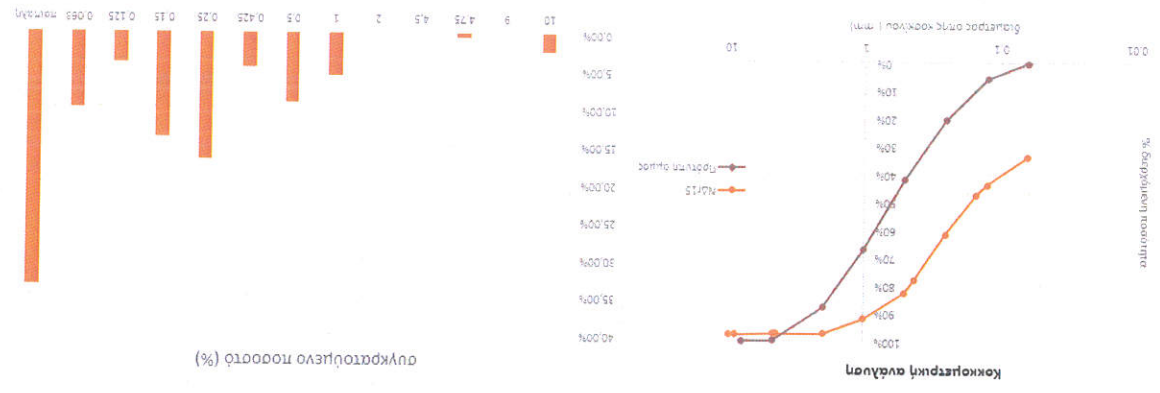
Εργαστήριο Υλικών Πολιτιστικής Κληρονομιάς και Σύγχρονες Δόμησης  
Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Πολυτεχνείο Κρήτης  
www.machmob.tuc.gr, email: pmaravelaki@isc.tuc.gr, τηλ 2821037661, 7663  
Διευθυντρια : Καθηγήτρια Πάωλα Νόνη Μαραβέλακη



Σχήμα 51: Μικροσκοπική λήψη κοκκομετρικών κλασμάτων δείγματος NAr-9

### NAr-15

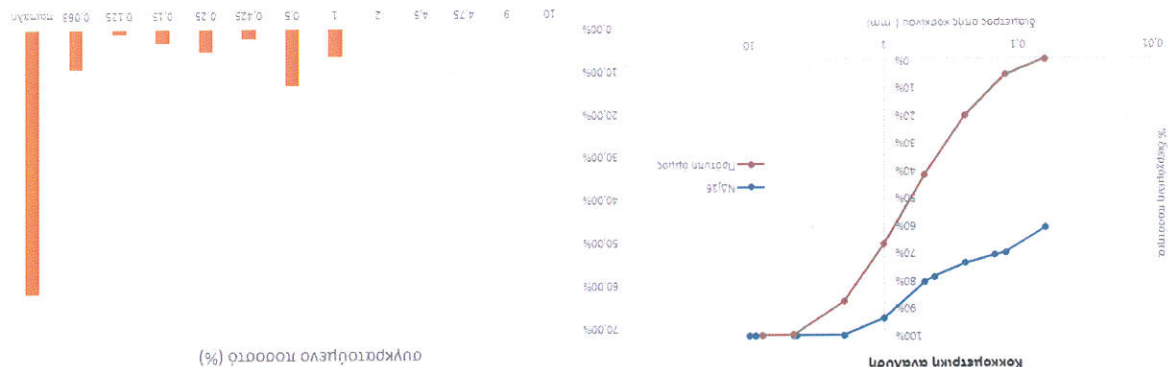
Στο κωνίαμα NAr-15 παρατηρείται ότι έχει κυρίως λεπτόκοκκα αδρανή, το μεγαλύτερο ποσοστό αδρανών έχει μέγεθος 0,25mm (>15%) και ακολουθούν τα αδρανή με μέγεθος 0,15mm (>10%) και 0,063mm (10%). Τα πιο χονδρόκοκκα αδρανή βρίσκονται σε πολύ μικρό ποσοστό κυρίως σε μέγεθος 0,5(>5%), 1mm (5%) και 10mm(<5%). Το ποσοστό της πατηάλης και σε αυτό το κωνίαμα είναι αρκετά μεγάλο (>30%). Επομένως όπως φαίνεται και παρακάτω η καμπύλη της κοκκομετρίας δεν είναι κοντά με αυτή της πρότυπης άμμου.



Σχήμα 52: Καμπύλη κοκκομετρικής διαβάθμισης και παρόμοιο ποσοστό αδρανών δείγματος NAr-15.



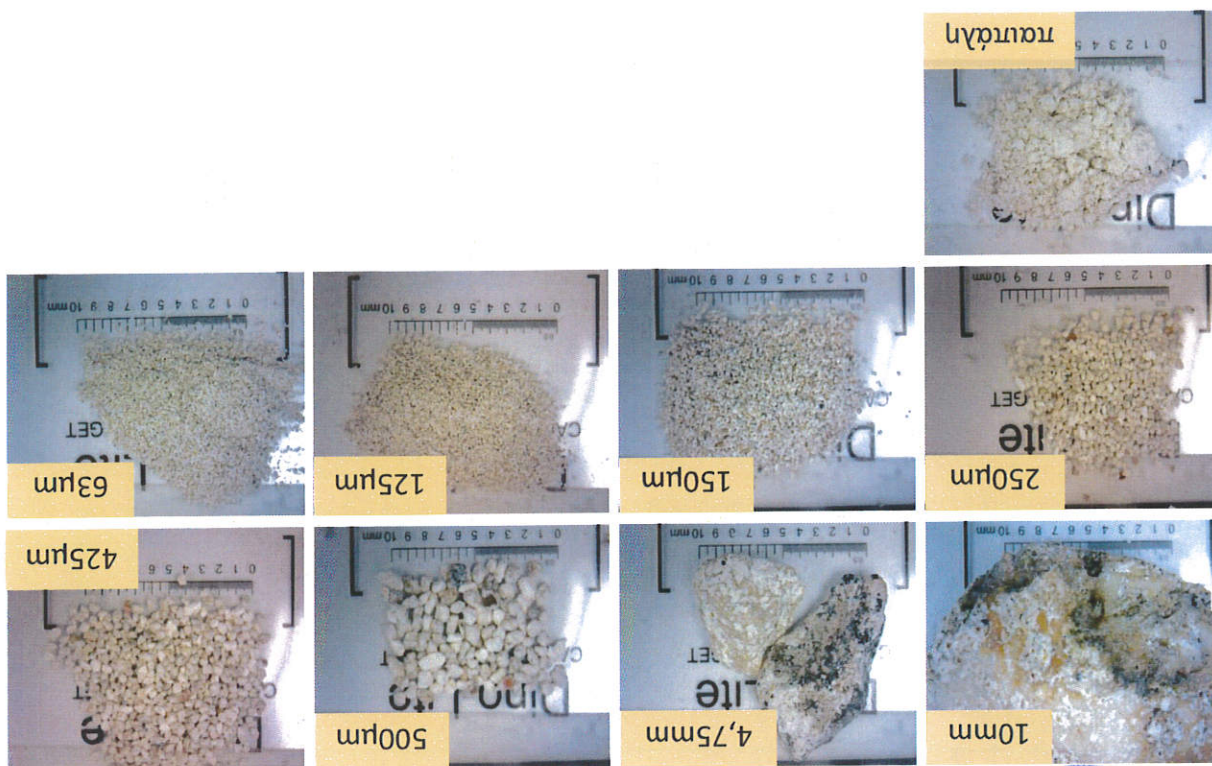
Σχήμα 54: Καμπύλη κοκκομετρικής διαβάθμισης και παδολογία ποσοστού αδρανών δείγματος ΝΔJ-16.



Στο κοινά ΝΔJ-16 παρατηρείται ότι το μεγαλύτερο ποσοστό αποτελείται από άμμο (60%). Χονδρόκοκκα αδρανή δεν υπάρχουν και τα πιο λεπτόκοκκα βρίσκονται σε χαμηλά ποσοστά. Κυρίως παρατηρούνται αδρανή μεγέθους 0,5 mm (>10%) και αδρανή μεγέθους 0,063 mm (~10%). Η καμπύλη φαίνεται να μην είναι καθόλου κοντά σε αυτή της πρότυπης άμμου.

## ΝΔJ-16

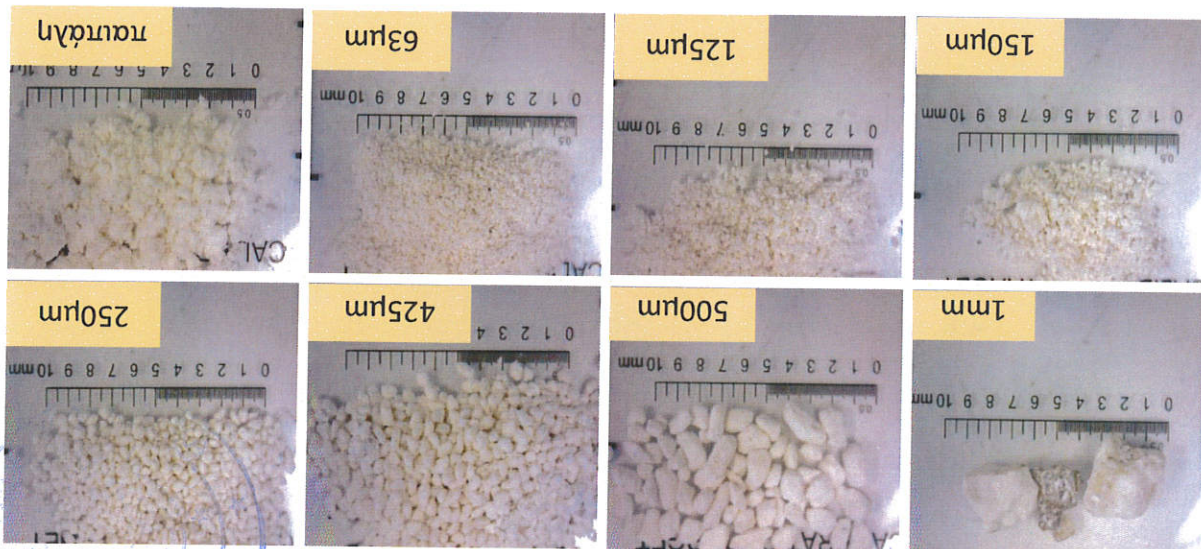
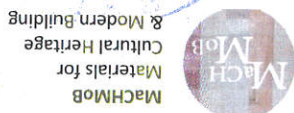
Σχήμα 53: Μικροσκοπική λήψη κοκκομετρικών κλασμάτων δείγματος ΝΔJ-15.



Εργαστήριο Υλικών Πολιτιστικής Κληρονομιάς και Σύγχρονης Δόμησης  
Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Πολυτεχνείο Κρήτης  
www.machmob.tuc.gr, email: pmaravelaki@isc.tuc.gr, τηλ 2821037661, 7663  
Διευθύντρια : Καθηγήτρια Πάνα-Νόνη Μαράβελου



Εργαστήριο Υλικών Πολιτιστικής Κληρονομιάς και Σύγχρονης Δόμησης  
Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Πολυτεχνείο Κρήτης  
www.machmob.tuc.gr, email: pmaravelaki@isc.tuc.gr, τηλ 2821037661, 7663  
Διευθύντρια : Καθηγήτρια Παύλα-Νόνη Μαργαλάκη



Σχήμα 55: Μικροσκοπική λήψη κοκκομετρικών κλασμάτων δείγματος Naf-16.

### 3.3. Χημική ανάλυση δειγμάτων

Ο χημικός προσδιορισμός των δειγμάτων περιλαμβάνει αναλύσεις XRF, προσδιορισμό του ποσοστού του ανθρακικού ασβεστίου, FTIR και προσδιορισμό των υδατοδιαλυτών αλάτων.

#### 3.3.1. Φθορισμομετρία Ενεργειακής Διασποράς Ακτίνων Χ (EDXRF)

Για τις ανάγκες της ανάλυσης XRF, κομιοποιήθηκαν 2-4 gr από κάθε δείγμα (Με εξαίρεση τα δείγματα Naf-20 και Naf23 που δεν είχαν επαρκή ποσότητα για ανάλυση), τα οποία στη συνέχεια ακτινοβολήθηκαν με ακτίνες Χ. Κάθε δείγμα εκπέμπει ένα χαρακτηριστικό φάσμα ακτίνων Χ του οποίου η θέση και ένταση των χαρακτηριστικών κορυφών του δίνει πληροφορίες για την στοιχειακή σύσταση του δείγματος ποιοτικά και ποσοτικά. Όπου ήταν δυνατόν, πραγματοποιήθηκε ανάλυση XRF για το συνδεδετικό υλικό και για τα αδρανή κάθε κοινάμιατος.

#### Naf-1

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης του δείγματος Naf-1 δείχνουν ότι το κοινάμια αποτελείται από 20,27% Ασβέστιο, 15,27% Πυρίτιο, 3,49% Αλουμίνιο, 2,26% Σίδηρο και 1,58% Μαγνήσιο. Το μεγάλο ποσοστό πυρίτιου και αργιλίου οδηγεί σε μια αρχική υπόθεση για υδραυλικότητα του κοινάμιατος ή/και παρουσία πυριτικών αδρανών. Η παρουσία σιδήρου πιθανότατα οφείλεται στα οξείδια που προστίθενται στο κοινάμια για τον χρωματισμό.



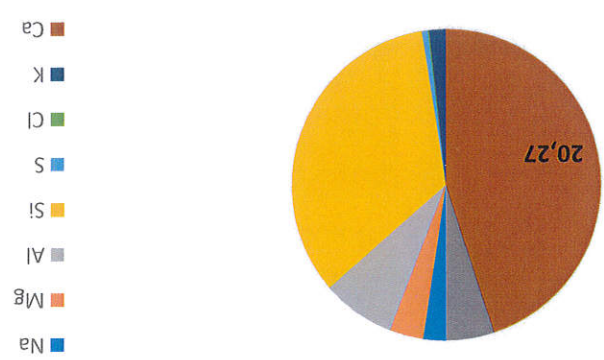


Εργαστήριο Υλικών Πολιτιστικής Κληρονομιάς και Σύγχρονης Δόμησης  
Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Πολυτεχνείο Κρήτης  
www.machmob.tuc.gr, email: pmaravelela@isc.tuc.gr, τηλ 2821037661, 7663  
Διευθύντρια: Καθηγήτρια Παύλα Νόνη Μαράβαλκη



MACHMOB  
Materials for  
Cultural Heritage  
& Modern Building

## NAPL-1

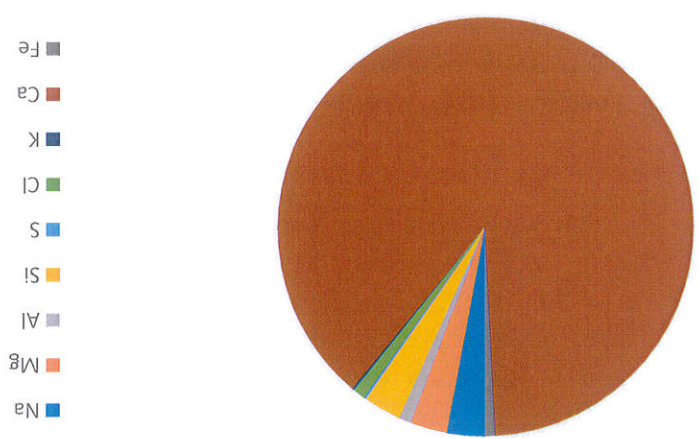


Σχήμα 56: Διάγραμμα πίκας XRF Κονίαμα NAPL-1

## NAPL-2

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης του δείγματος κονίας του NAPL-2 δείχνουν ότι το συνδετικό υλικό αποτελείται από 38,79% Ασβέστιο, 1,3% Νάτριο, 1,29% Πυρίτιο και 1,27% Μαγνήσιο. Η παρουσία πυριτίου στην κονία υποδεικνύει μικρή υδραυλικότητα, ενώ το νάτριο δικαιολογείται από τα θαλάσσια αερόλυματα λόγω θέσης του κτιρίου κοντά στη θάλασσα.

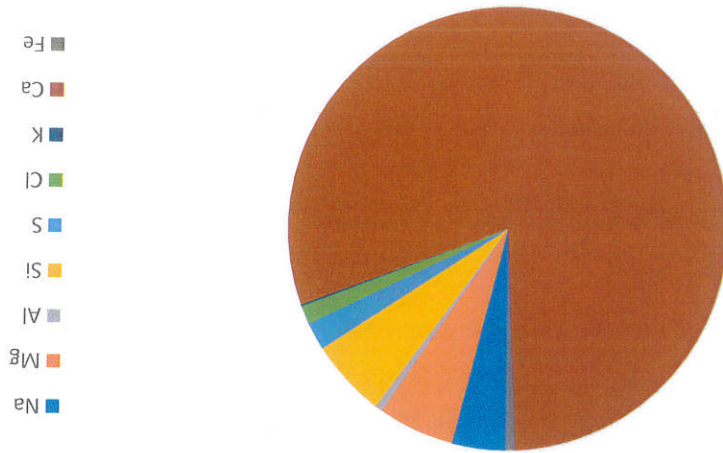
## NAPL2 - BINDER



Σχήμα 57: Διάγραμμα πίκας XRF Κονίας NAPL-2

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης του δείγματος αδρανών του NAPL-2 δείχνουν ότι τα αδρανή του κονιάματος αποτελούνται από 19,9% Ασβέστιο και 17,0% Πυρίτιο, επομένως είναι μικτής αβεστικκής-πυριτικής σύστασης.

Σχήμα 59: Διάγραμμα πίτας XRF Κονίας NAPL-3

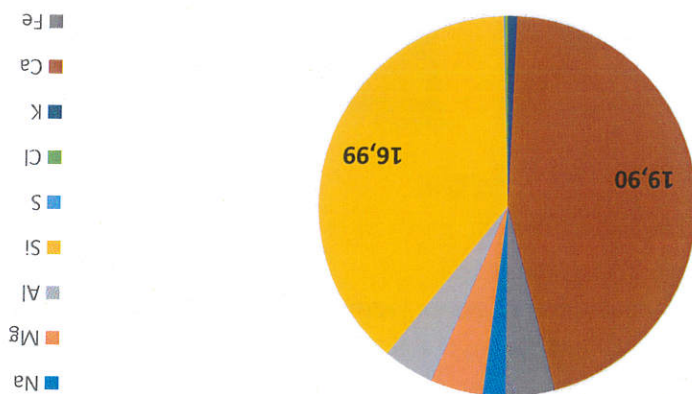


## NAPL3 - BINDER

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης του δείγματος κονίας του NAPL-3 δείχνουν ότι η κονία αποτελείται από 34,6% Ασβέστιο, 2,45% Πυρίτιο, 2,41% Μαγνήσιο, και 1,7% Νάτριο. Η χημική σύσταση του συνδετικού υλικού υποδηλώνει κονίαμα με ασβέστη με πιθανώς μικρή υδραυλικότητα ή την παρουσία πυρίτιου από τα αδρανή στο συνδετικό υλικό. Η παρουσία νεφελίτου δικαιολογείται λόγω της τοποθεσίας του κτιρίου κοντά στη θάλασσα.

## NAPL-3

Σχήμα 58: Διάγραμμα πίτας XRF Αδρανών NAPL-2



## NAPL2 - AGGREGATES

Εργαστήριο Υλικών Πολιτιστικής Κληρονομιάς και Σύγχρονης Δόμησης  
Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Πολυτεχνείο Κρήτης  
[www.machmob.tuc.gr](http://www.machmob.tuc.gr), email: [pmaraveiakik@tuc.gr](mailto:pmaraveiakik@tuc.gr), τηλ 2821037661, 7663  
Διευθύντρια : Καθηγήτρια Παύλα-Νόνη Μαραβέλακη



MACHMOB  
Materials for  
Cultural Heritage  
& Modern Building

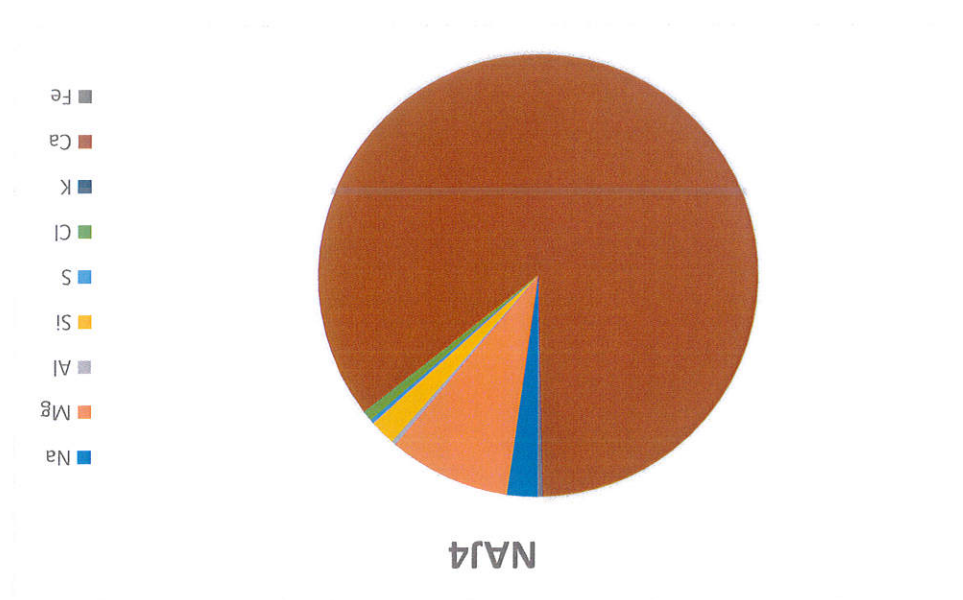


αβεβαιότητα.

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης του δείγματος πύργου ΝΑ5-5 δείχνουν ότι η πύργος αποτελείται από 40,62% Ασβέστιο, 0,93 % Μαγνήσιο, και 0,73% Νάτριο. Η ανάλυση δείχνει ότι το δείγμα αυτό είναι

#### ΝΑ5-5

Σχήμα 60: Διάγραμμα πύργου ΧRF Κονίαμα ΝΑ5-4



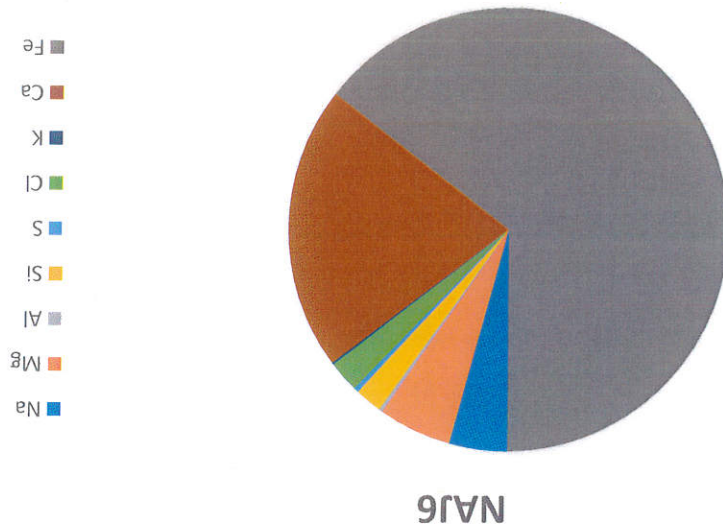
Τα αποτελέσματα της ανάλυσης του δείγματος κονιάς του ΝΑ5-4 δείχνουν ότι η κονία αποτελείται από 34,45% Ασβέστιο, 4% Μαγνήσιο, και 1% Νάτριο. Η ανάλυση δείχνει την παρουσία αβεστοκοιμμάτων με μαγνήσιο που μπορεί να οφείλεται στην παρουσία δομομικτού ασβέστη ή στην παρουσία δομομικτών αδρανών.

#### ΝΑ5-4

Εργαστήριο Υλικών Πολιτιστικής Κληρονομιάς και Σύγχρονης Δόμησης  
Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Πολυτεχνείο Κρήτης  
www.machmob.tuc.gr, email: pmaravelaki@isc.tuc.gr, τηλ 2821037661, 7663  
Διευθυντής: καθηγήτρια Πάωλα-Νόνη Μαπαβαλάκη



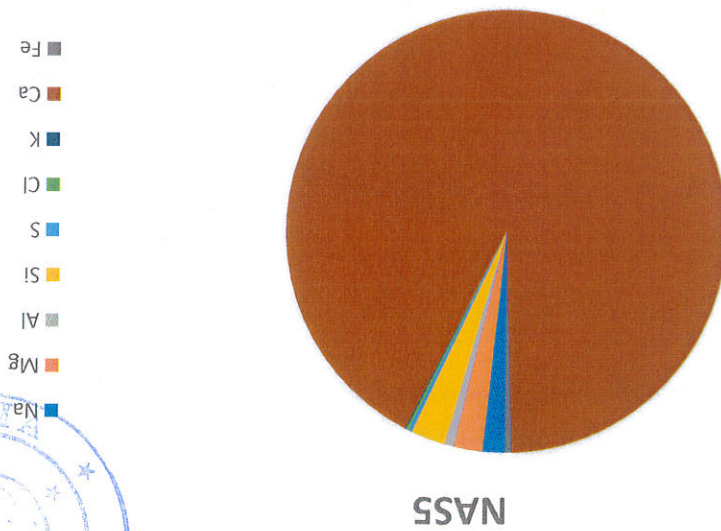
Σχήμα 62: Διάγραμμα πλάτος XRF κοιλία NAJ-6



Τα αποτελέσματα της ανάλυσης του δείγματος του NAJ-6 δείχνουν ότι η κοιλία αποτελείται από 37,56% ζιδηρο, 12,07% Αρβέριο, 3,12% Μαγνήσιο, και 2,48 % Νάτριο. Η ανάλυση δείχνει την παρουσία αβέστοκοκκωδισμωτός με έντονη παρουσία σιδηρού λόγω της σκουριάς που υπάχει από την επαφή με οξείδωμένο μέταλλο. Η παρουσία μαγνησίου που μπορεί να οφείλεται στην παρουσία δομολιτικού αβέστη ή στην παρουσία δομολιτικών αδρανών. Η παρουσία νατρίου δικαιολογείται από την τοποθεσία του κτιρίου κοντά στη θάλασσα.

## NAJ-6

Σχήμα 61: Διάγραμμα πλάτος XRF Πέτρας NAS-5

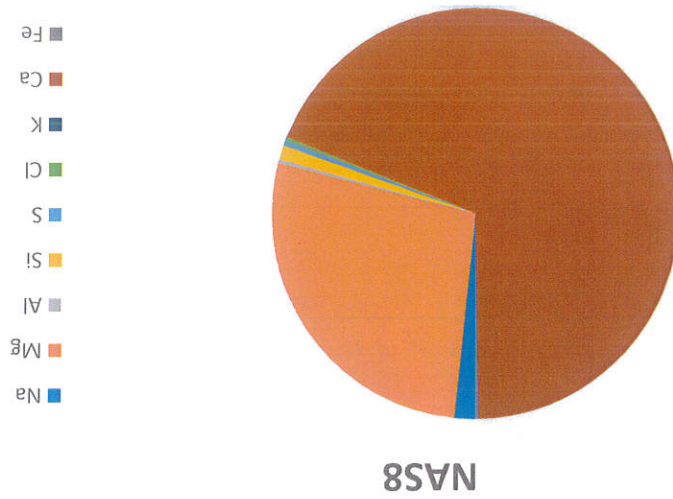


Εργαστήριο Ύλικων Πολιτιστικής Κληρονομιάς και Σύγχρονης Δόμησης  
Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Πολυτεχνείο Κρήτης  
[www.machmob.tuc.gr](http://www.machmob.tuc.gr), email: [pmaravelaki@isc.tuc.gr](mailto:pmaravelaki@isc.tuc.gr), τηλ 2821037661, 7663  
Διευθύντρια : Καθηγήτρια Παύλα-Νόνη Μαργαλάκη





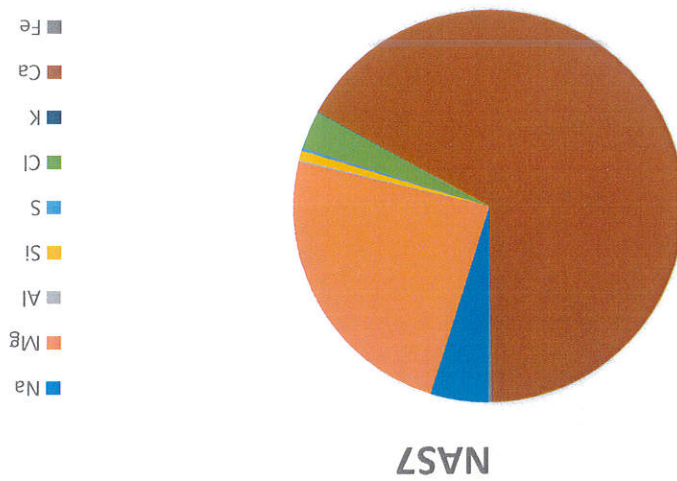
Σχήμα 64: Διάγραμμα πλάτος XRF πέτρας NAS-8



Τα αποτελέσματα της ανάλυσης του δείγματος πέτρας NAS-8 δείχνουν ότι η πέτρα αποτελείται από 27,35% Αβέστιο και 10,91 % Μαγνήσιο. Η ανάλυση δείχνει την παρουσία αββεσθόλιθου με μεγάλο ποσοστό μαγνησίου που μας επιτρέπει να υποθέσουμε ότι αναφερόμαστε σε δολομυρικό αββεσθόλιθο.

#### NAS-8

Σχήμα 63: Διάγραμμα πλάτος XRF πέτρας NAS-7



Τα αποτελέσματα της ανάλυσης του δείγματος πέτρας NAS-7 δείχνουν ότι η πέτρα αποτελείται από 29,85% Αβέστιο, 10,72 % Μαγνήσιο, και 2,14% Νάτριο. Η ανάλυση δείχνει ότι αναφερόμαστε σε αββεσθόλιθο με μεγάλο ποσοστό μαγνησίου που μας επιτρέπει να υποθέσουμε ότι είναι δολομυρικός αββεσθόλιθος.

#### NAS-7

Εργαστήριο Υλικών Πολιτιστικής Κληρονομιάς και Σύγχρονης Δόμησης  
Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Πολυτεχνείο Κρήτης  
www.machmob.tuc.gr, email: pmaravelaki@isc.tuc.gr, τηλ 2821037661, 7663  
Διευθύντρια: Καθηγήτρια Πάωλα Νόνη Μαραβέλακη





Εργαστήριο Υλικών Πολιτιστικής Κληρονομιάς και Σύγχρονης Δόμησης  
Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Πολυτεχνείο Κρήτης  
[www.machmob.tuc.gr](http://www.machmob.tuc.gr), email: [pmaravelaki@isc.tuc.gr](mailto:pmaravelaki@isc.tuc.gr), τηλ 2821037661, 7663  
Διευθύντρια : Καθηγήτρια Πάωλα-Νόνη Μαράβελaki

MachMob  
Materials for  
Cultural Heritage  
& Modern Building

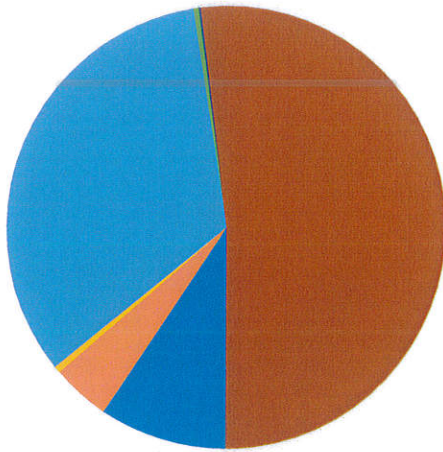


## NAJ-9

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης του δείγματος κοιλίας του NAJ-9 δείχνουν ότι η κοιλία αποτελείται από 26,70% Ασβέστιο, 17,16% Θείο, 4,78% Νάτριο και 2,20 % Μαγνήσιο. Η ανάλυση δείχνει την πιθανότητα παρουσία γυψοκοινωμάτων λόγω υψηλού ποσοστού θείου. Η παρουσία νεφρίου δικαιολογείται από την τοποθεσία του κτιρίου κοντά στη θάλασσα.

## NAJ9-BINDER

■ Fe  
■ Ca  
■ K  
■ Cl  
■ S  
■ Si  
■ Al  
■ Mg  
■ Na



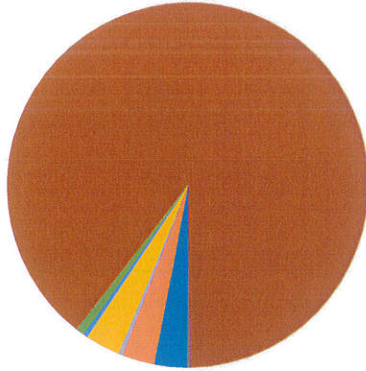
Σχήμα 65: Διάγραμμα πύκας XRF Κοιλίας NAJ-9

## NAJ-10

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης του δείγματος κοινωμάτων NAJ-10 δείχνουν ότι η πέτρα αποτελείται από 39,16% Ασβέστιο, 1,35% Πυρίτιο, 1,28% Νάτριο και 1,27 % Μαγνήσιο. Με την ανάλυση μπορούμε να καταλήξουμε ότι αναφερόμαστε σε ασβεστοκονίαμα.

## NAS10

■ Ca  
■ K  
■ Cl  
■ S  
■ Si  
■ Al  
■ Mg  
■ Na



Σχήμα 66: Διάγραμμα πύκας XRF Πέτρας NAS-10



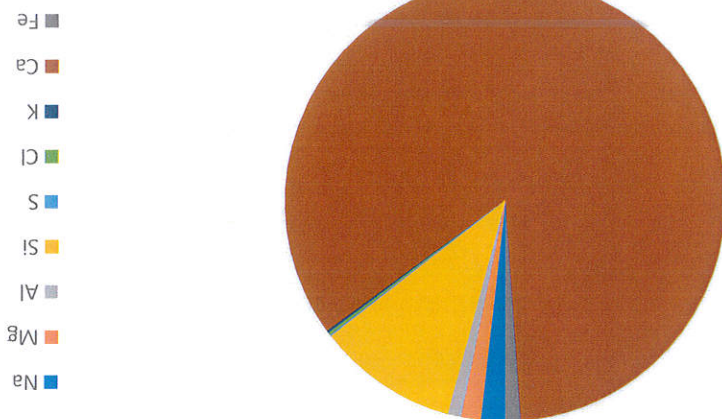


Εργαστήριο Υλικών Πολιτιστικής Κληρονομιάς και Σύγχρονης Δόμησης  
Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Πολυτεχνείο Κρήτης  
www.machmob.tuc.gr, email: pmaravelaki@isc.tuc.gr, τηλ 2821037661, 7663  
Διευθύντρια : Καθηγήτρια Παιώνα-Νόνη Μαπαβελάκη

#### NDS-11

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης του δείγματος πέτρας NDS-11 δείχνουν ότι ο λίθος αποτελείται από 39,69% Αβέσσιο και 4,28% Πυρίτιο. Η ανάλυση οδηγεί στην υποθέση ότι μιλάμε ο λίθος αποτελεί ψαμμίτη μακτής αββεστιτικής και πυριτικής σύστασης.

#### NDS11

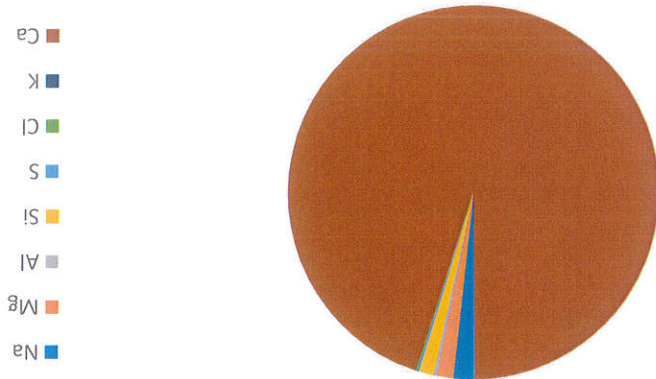


Σχήμα 67: Διάγραμμα πύας XRF πέτρας NDS-11

#### NDS-12

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης του δείγματος πέτρας NDS-12 δείχνουν ότι ο λίθος αποτελείται από 41,65% Αββακικό Αβέσσιο. Η ανάλυση δείχνει ότι το δείγμα αποτελεί αββεστόλιθο.

#### NDS12



Σχήμα 68: Διάγραμμα πύας XRF πέτρας NDS-12

#### NDS-13



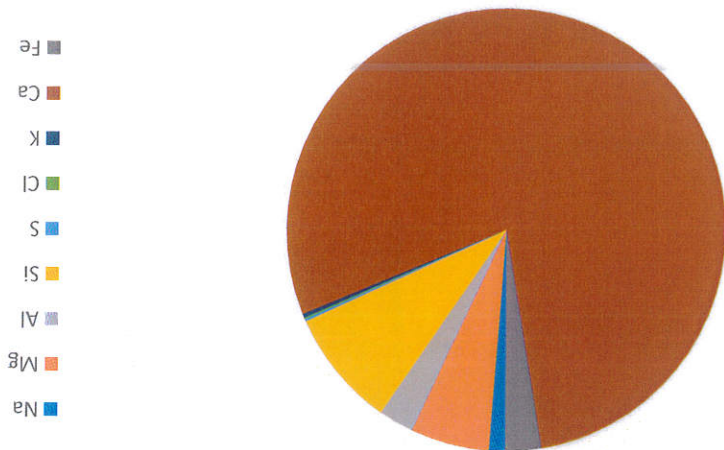
Εργαστήριο Υλικών Πολιτιστικής Κληρονομιάς και Σύγχρονης Δόμησης  
Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Πολυτεχνείο Κρήτης  
[www.machmob.tuc.gr](http://www.machmob.tuc.gr), email: [pmaravelaki@isc.tuc.gr](mailto:pmaravelaki@isc.tuc.gr), τηλ 2821037661, 7663  
Διευθύντρια : καθηγήτρια Πάωλα Νόνη Μαραβέλακη



MachMob  
Materials for  
Cultural Heritage  
& Modern Building

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης του δείγματος κοιλίας του Ndpl-13 δείχνουν ότι το συνθετικό υλικό αποτελείται από 36,1% Ασβέστο, 3,9% Πυρίτιο, 2,6 % Μαγνήσιο, 1,2% Ξίδηρου και 1,2% Αλουμίνιο. Η χημική σύνθεση της κοιλίας υποδεικνύει ότι είναι ασβεστοκοιλία με μια ενδεχόμενη μικρή υδραυλικότητα. Η παρουσία μαγνησίου μπορεί να οφείλεται στην παρουσία δολομιτικών ασβέστη στην παρουσία δολομιτικών αδρανών.

### NDPL13 - BINDER



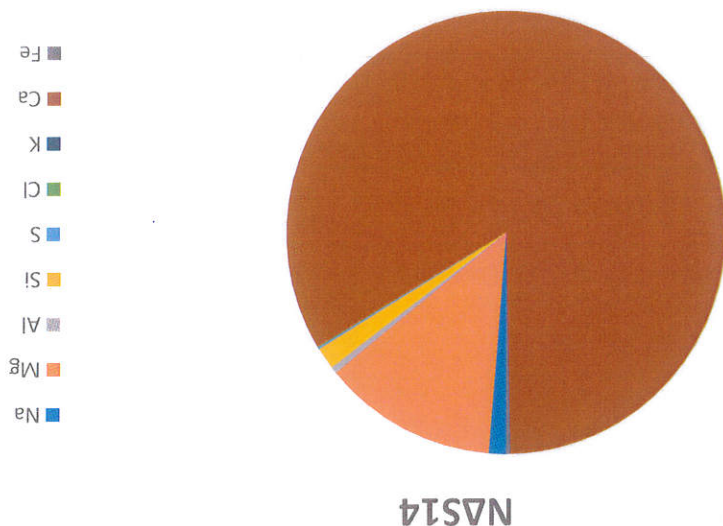
Σχήμα 69: Διάγραμμα πύας XRF κοιλίας Ndpl-13

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης του δείγματος αδρανών του Ndpl-13 δείχνουν ότι τα αδρανή κοιλία αποτελούνται από 19,4% Ασβέστο, 15,6% Πυρίτιο, 5,6% Μαγνήσιο, 4,9% Αλουμίνιο, και 4,5% Ξίδηρο. Η χημική σύνθεση των αδρανών επιβεβαιώνει ότι τα μεγάλα, κόκκινα, αδρανή είναι κοιλία κεραμικά.



## NdP-15

Σχήμα 71: Διάγραμμα πλάτος XRF Πέτρας NdS-14

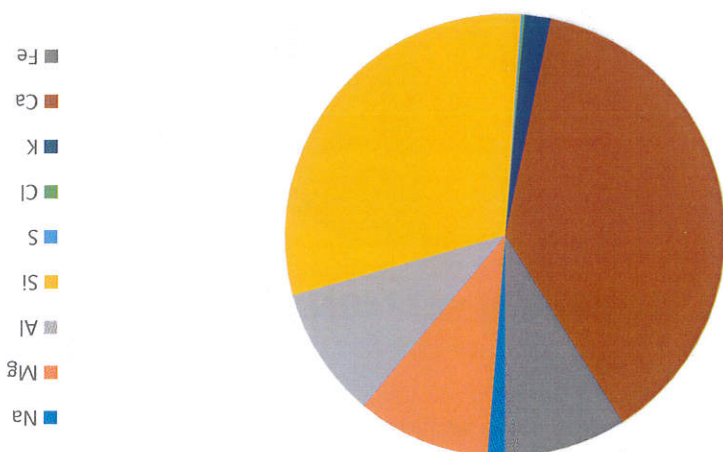


NdS14

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης του δείγματος πέτρας NdS-14 δείχνουν ότι ο λίθος αποτελείται από 50,3% Ασβέστιο και 7,8 % Μαγνήσιο. Η ανάλυση δείχνει ότι αναφερόμαστε σε ασβεστόλιθο με μεγάλο ποσοστό μαγνησίου που μας επιτρέπει να υποθέσουμε ότι αποτελεί δολομυρικό ασβεστόλιθο.

## NdS-14

Σχήμα 70: Διάγραμμα πλάτος XRF Αδρανών NdPl-13



NDPL13 - AGGREGATES

Εργαστήριο Υλικών Πολιτιστικής Κληρονομιάς και Σύγχρονης Δόμησης  
Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Πολυτεχνείο Κρήτης  
[www.machmob.tuc.gr](http://www.machmob.tuc.gr) email: [pmaravelelaki@isc.tuc.gr](mailto:pmaravelelaki@isc.tuc.gr), τηλ 2821037661, 7663  
Διευθύντρια : Καθηγήτρια Πάυλα Μαπαβελάκη

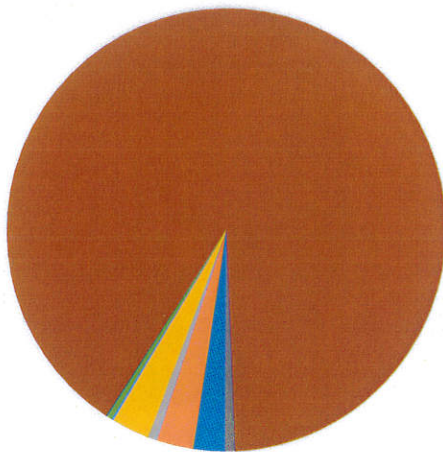




Εργαστήριο Υλικών Πολιτιστικής Κληρονομιάς και Σύγχρονης Δόμησης  
Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Πολυτεχνείο Κρήτης  
[www.machmob.tuc.gr](http://www.machmob.tuc.gr), email: [pmaravelaki@isc.tuc.gr](mailto:pmaravelaki@isc.tuc.gr), τηλ 2821037661, 7663  
Διευθύντρια : Καθηγήτρια Πάωλα-Νόνη Μαράβελάκη

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης του δείγματος κοιλίας του Ndr-15 δείχνουν ότι το συνδετικό απορδελίζεται από 39,2% Ασβέστιο, 1,2% Πυρίτιο, 1,2 % Μαγνήσιο, 1,0 % Νάτριο. Η χημική σύνθεση της κοιλίας υποδεικνύει ότι είναι αβέστοκοιλίαμα χωρίς υψηλή υδραυλικότητα.

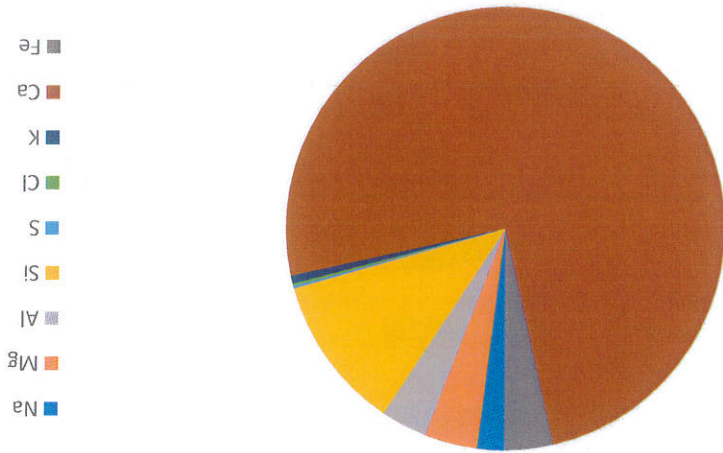
## NDR15 - BINDER



Σχήμα 72: Διάγραμμα πύας XRF κοιλίας Ndr-15

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης του δείγματος αδρανών του Ndr-15 δείχνουν ότι τα αδρανή κοιλίαματος αποτελούνται από 30,8% Ασβέστιο, 4,7% Πυρίτιο, 1,6% Μαγνήσιο, 1,5% Ζιόηρο, 1,4% Αλουμίνιο.

## NDR15-AGGREGATES

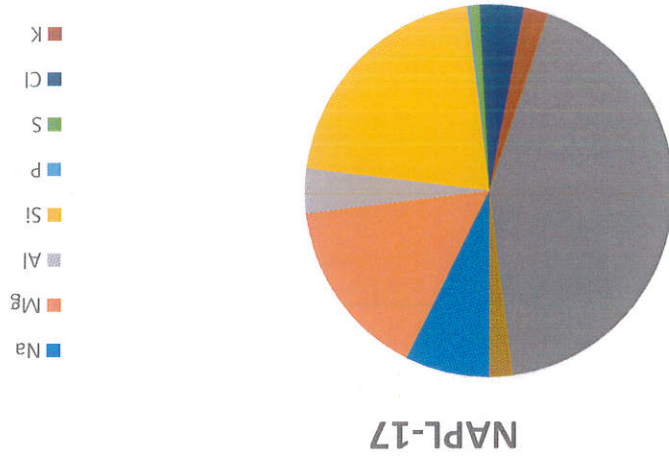


Σχήμα 73: Διάγραμμα πύας XRF Αδρανών Ndr-15

Ndr-16



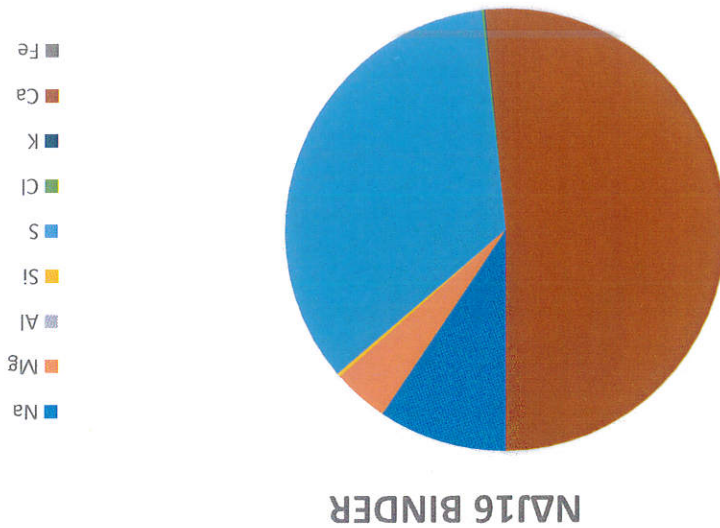
Σχήμα 75: Διάγραμμα πίτας XRF Κονίαμα NApI-17.



Τα αποτελέσματα της ανάλυσης του δείγματος NApI-17 δείχνουν ότι το κονίαμα αποτελείται από 21,7% Ασβέστιο, 10,7% Πυρίτιο, 8,0% Μαγνήσιο, 3,4% Νάτριο, 2,0% Αλουμίνιο, 1,9% Χλώριο, 1,1% Κάλιο και 1,0% Σίδηρο. Η χημική σύνθεση του δείγματος υποδηλώνει την υδραυλικότητα του ή/και την παρουσία πυριτικών αδρανών. Η παρουσία μαγνησίου επίσης μπορεί να οφείλεται στην παρουσία δολομιτικού ασβέστη ή δολομιτικών αδρανών.

**NApI-17**

Σχήμα 74: Διάγραμμα πίτας XRF Κονίας NΔJ-16.



Τα αποτελέσματα της ανάλυσης του δείγματος κονίας του NΔJ-16 δείχνουν ότι η κονία αποτελείται από 29,3% Ασβέστιο, 19,6% Θείο, 5,6% Νάτριο και 2,3 % Μαγνήσιο. Η ανάλυση δείχνει πιθανότατα την παρουσία γυψοκοινιμάτων λόγω μεγάλου ποσοστού θείου. Η παρουσία νατρίου δικαιολογείται από την τοποθεσία του κτιρίου κοντά στη θάλασσα.



Εργαστήριο Υλικών Πλαίσιας Κληρονομιάς και Σύγχρονης Δόμησης  
Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Πολυτεχνείο Κρήτης  
[www.machmob.tuc.gr](http://www.machmob.tuc.gr), email: [pmaravelaki@isc.tuc.gr](mailto:pmaravelaki@isc.tuc.gr), τηλ 2821037661, 7663  
Διευθύντρια : Καθηγήτρια Πάωλα-Νόνη Μαράβελaki

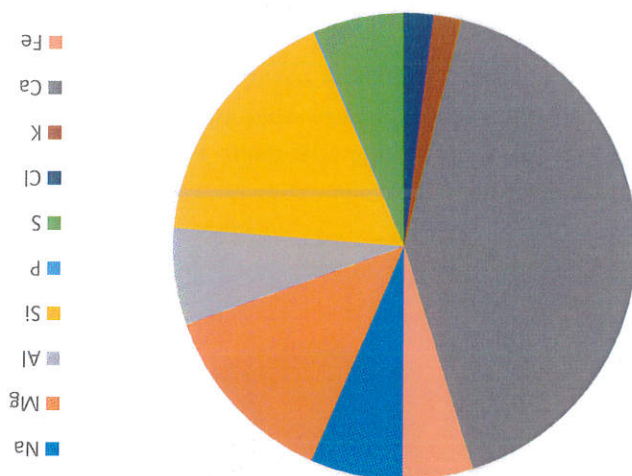
MachMob  
Materials for  
Cultural Heritage  
& Modern Building



## Napl-18

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης του δείγματος Napl-18 δείχνουν ότι το κοιλίωμα αποτελείται από 20,8% Ασβέστιο, 8,7% Πυρίτιο, 6,6% Μαγνήσιο, 3,4% Αλουμίνιο, 3,3% Νάτριο, 3,2% Θείο, 2,4% Σίδηρο, 1,0% Χλώριο και 1,0% Κάλιο. Η χημική σύσταση του κοιλιωματός υποδηλώνει την υδραυλικότητα του ή/ και την παρουσία πυριτικών αδρανών. Η παρουσία μαγνησίου είναι δυνατόν να οφείλεται στην παρουσία δολομιτικών ασβέστη ή δολομιτικών αδρανών. Η παρουσία σιδήρου πιθανότητα οφείλεται στα οξείδια που προστίθενται στο κοιλίωμα για τον χρωματισμό του.

## NAPL-18



Σχήμα 76: Διάγραμμα πίτας XRF Κοιλίωμα Napl-18.

## NAl-19

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης του δείγματος NAl-19 δείχνουν ότι το κοιλίωμα αποτελείται από 20,1% Ασβέστιο, 8,8% Μαγνήσιο, 6,4% Πυρίτιο, 2,5% Χλώριο και 2,5% Νάτριο.

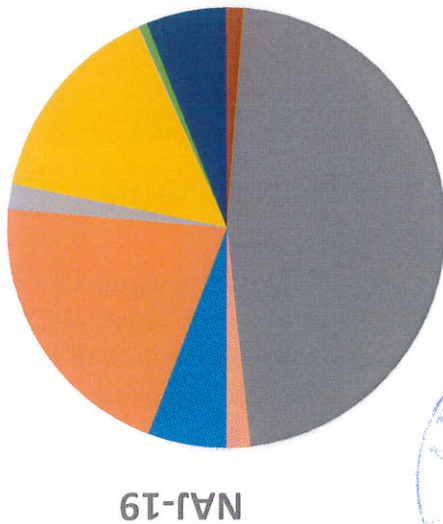




Εργαστήριο Υλικών Πολιτιστικής Κληρονομιάς και Σύγχρονης Δόμησης  
Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Πολυτεχνείο Κρήτης  
www.machmob.tuc.gr, email: pmaravelaki@isc.tuc.gr, τηλ 2821037661, 7663  
Διευθύντρια : Καθηγήτρια Πάωλα-Νόνη Μαπαβελάκη



MACHMOB  
Materials for  
Cultural Heritage  
& Modern Building



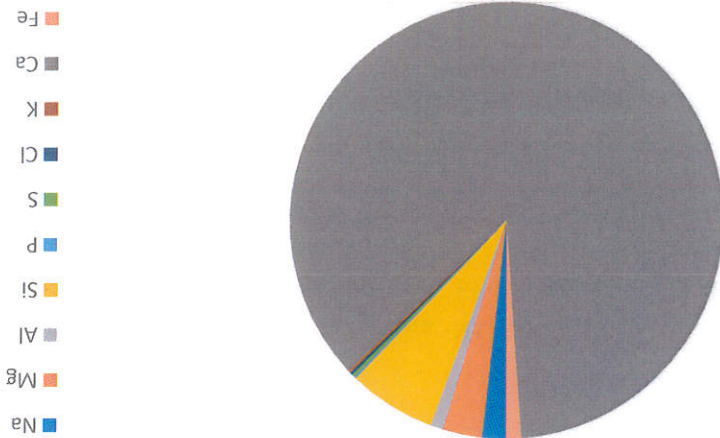
NAJ-19

Σχήμα 77: Διάγραμμα πίτας XRF Κονίαμα NAJ-19.

#### Naj-21

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης του δείγματος NAJ-21 δείχνουν ότι το κονίαμα αποτελείται από 39,9% Ασβέστιο, 2,6% Πυρίτιο και 1,2% Μαγνήσιο. Η χημική σύσταση του κονιάματος υποδηλώνει μια μικρή υδραυλικότητα ή/και την παρουσία πυριτικών αδρανών.

NAPL-21



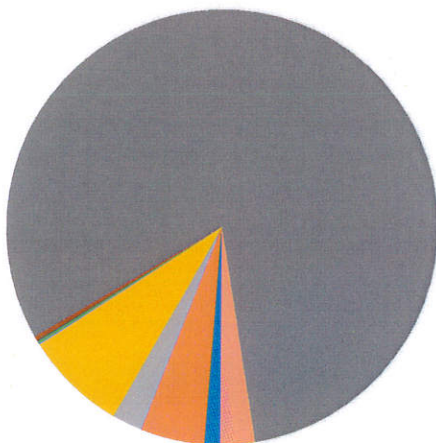
Σχήμα 78: Διάγραμμα πίτας XRF Κονίαμα NAPL-21.

#### Napl-22

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης του δείγματος NAPL-22 δείχνουν ότι το κονίαμα αποτελείται από 34,6% Ασβέστιο, 3,3% Πυρίτιο, 2,1% Μαγνήσιο, 1,1% Σίδηρο και 1,0% Αλουμίνιο. Η χημική σύσταση του κονιάματος υποδηλώνει μια μικρή υδραυλικότητα ή/και την παρουσία πυριτικών αδρανών.



Εργαστήριο Υλικών Πολιτιστικής Κληρονομιάς και Σύγχρονης Δόμησης  
Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Πολυτεχνείο Κρήτης  
[www.machmob.tuc.gr](http://www.machmob.tuc.gr), email: [pmaravelekaki@isc.tuc.gr](mailto:pmaravelekaki@isc.tuc.gr), τηλ 2821037661, 7663  
Διευθύντρια : Καθηγήτρια Πάωλα Νόνη Μαπαβελάκη



Σχήμα 79: Διάγραμμα πίκας XRF Κονίαμα NAPL-22.

### 3.3.2 Ποσοστό Ανθρακικού Αβέστου

Με τη χρήση του αβεστόμετρου Bernard προσδιορίστηκε το ποσοστό του ανθρακικού αβέστου στα 22 από τα 23 δείγματα των κονιαμάτων (το δείγμα NAPL-23 επειδή είναι πολύ λεπτό και σκληρό δεν μπορούσε να απομονωθεί από το 22). Τα κονιάματα φάινεται να είναι κυρίως αβεστριτικά αφού περιέχουν ανθρακικό αβέστο σε πολύ μεγάλη ποσοστά όπως παρατηρείται με εξαίρεση τα δείγματα NAPL-1(33,02%), NAS-8(27,6%), NAJ-9(19,33%), NAJ-16(5,91%) και NAJ-20(38,01%). Τα μεγαλύτερα ποσοστά ανθρακικού αβέστου εμφανίζουν τα δείγματα NAJ-4(100%), NAPL-2(98,25%), NAJ-15(93,96%) αποτελούμενα τα οποία συνδυάζονται και με την ανάλυση XRF όπου εντοπίστηκαν πολύ υψηλά ποσοστά αβέστη. Τέλος, μεγάλη ποσοστά εμφανίζουν και οι εξής λίθοι: NAS-12(100%), NAS-5(95,74%) οι οποίοι αποτελούν αβεστόλιθους.

Πίνακας 2: Ποσοστό ανθρακικού αβέστου δειγμάτων στα οποία έχει γίνει κοκκομετρία

| Παυτάλη | % $\text{CaCO}_3$ |
|---------|-------------------|
| NAPL-2  | 98,25             |
| NAJ-9   | 19,33             |
| NAL-15  | 93,96             |
| NAJ-16  | 5,91              |

| Αδρανή       | % $\text{CaCO}_3$ |
|--------------|-------------------|
| NAPL-2 black | 29,74             |
| NAPL-2 white | 58,65             |
| NAL-15 black | 66,11             |
| NAL-15 white | 75,34             |



Η κοιλία του δείγματος Napi-1 έχει αβεστική σύσταση (κορυφές 1429, 874.5 και 713  $\text{cm}^{-1}$ ) αλλά έχει και μεγάλο ποσοστό αργιλοπυρρικών συστατικών καθώς η κορυφή γύρω στα 1030  $\text{cm}^{-1}$  είναι πολύ έντονη. Αυτή η κορυφή θα μπορούσε να είναι ένδειξη της παρουσίας τιμιέντου. Η κοιλία έχει χαλαζιακή σύσταση με τη δυνάη κορυφή στα 799  $\text{cm}^{-1}$  και 779  $\text{cm}^{-1}$ . Το φάσμα του δείγματος Napi-1-white aggregates (δείγμα άσπρων αδρανών) δείχνει ότι τα αδρανή υλικά έχουν χαλαζιακή σύσταση με τη δυνάη κορυφή στα 799  $\text{cm}^{-1}$  και 779  $\text{cm}^{-1}$  και τη κορυφή στα 696  $\text{cm}^{-1}$ . Τα αδρανή υλικά του δείγματος Napi-1 είναι και αβεστικά όπως δείχνουν οι κορυφές στα 1427, 874.5 και 713  $\text{cm}^{-1}$ .

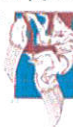
## Napi-1

## 3.3.2. Φάσματα FTIR

| Δείγμα  | % $\text{CaCO}_3$ |
|---------|-------------------|
| Napi-1  | 33.02             |
| Napi-3  | 58.77             |
| Naj-4   | 100               |
| Nas-5   | 95.74             |
| Napi-6  | 80.93             |
| Nas-7   | 58.52             |
| Nas-8   | 27.6              |
| Naj-10  | 84.67             |
| Nas-11  | 44.92             |
| Nas-12  | 100               |
| Napi-13 | 79.78             |
| Nas-14  | 79.87             |
| Napi-17 | 71.69             |
| Napi-18 | 45.49             |
| Naj-19  | 46.48             |
| Naj-20  | 38.01             |
| Napi-21 | 59.14             |
| Napi-22 | 61.83             |

Πίνακας 3: Ποσοστό ανθρακικού αβεστίου υπόλοιπων δειγμάτων





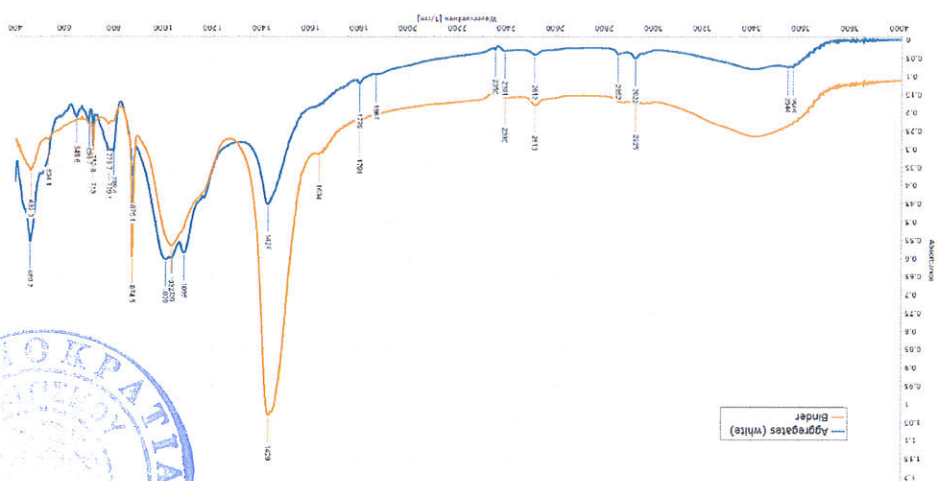
Εργαστήριο Υλικών Πολιτιστικής Κληρονομιάς και Σύγχρονες Δόμησης  
Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Πολυτεχνείο Κρήτης  
www.machmob.tuc.gr, email: pmaravelaki@isc.tuc.gr, τηλ 2821037661, 7663  
Διευθύντρια : Καθηγήτρια Πάωλα-Νόνη Μαραβέλακη

MachMob  
Materials for  
Cultural Heritage  
& Modern Building



### Napl-2

Σχήμα 80: Φάσματα FTIR Napl-1.







Εργαστήριο Υλικών Πολιτιστικής Κληρονομιάς και Σύγχρονης Δόμησης  
Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Πολυτεχνείο Κρήτης  
www.machmob.tuc.gr, email: pmaravelaki@isc.tuc.gr, τηλ 2821037661, 7663  
Διευθύντρια: Καθηγήτρια Πάωλα-Νόνη Μαραβέλακη

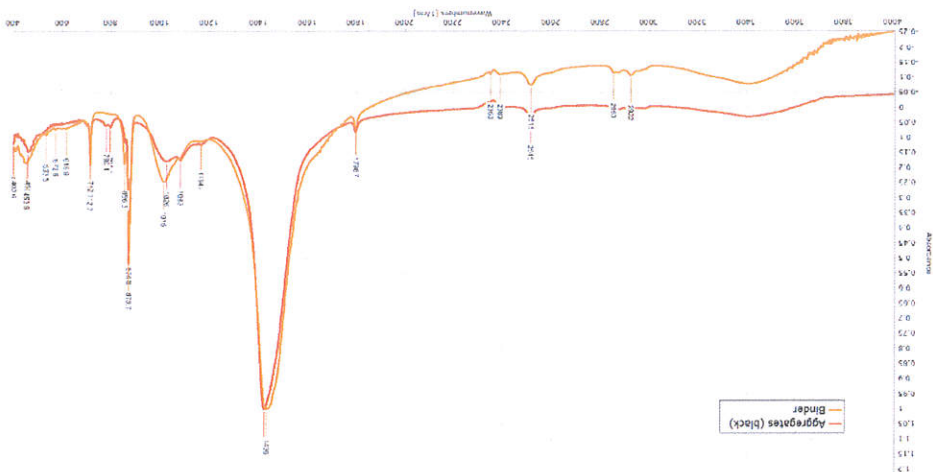
Η κοιλία του δείγματος NApI-3 έχει αβεστιακή σύσταση (κορυφές 1436, 874 και 712  $\text{cm}^{-1}$ ). Επιπλέον, εντοπίζεται μια κορυφή που σχετίζεται με τα αργιλιοπυριτικά συσταικά (1015  $\text{cm}^{-1}$ ). Αυτή κορυφή ενδεχομένως να οφείλεται στην παρουσία μικρής υδραυλικότητας.

Το φάσμα του δείγματος NApI-3-black aggregates (δείγμα μαύρων αδρανών) δείχνει ότι τα μαύρα αδρανή υλικά έχουν χαλαζιακή σύσταση με τη διπλή κορυφή στα 797  $\text{cm}^{-1}$  και 780  $\text{cm}^{-1}$ . Τα αδρανή υλικά του δείγματος NApI-3 είναι και αβεστιακά όπως δείχνουν οι κορυφές 1436, 874 και 712  $\text{cm}^{-1}$

#### NApI-4

Η κοιλία του δείγματος NApI-4 έχει έντονη αβεστιακή σύσταση (κορυφές 1436, 873 και 712  $\text{cm}^{-1}$ ).

Σχήμα 82: Φάσματα FTIR NApI-3.



Σχήμα 83: Φάσμα FTIR κοιλίας NApI-4.

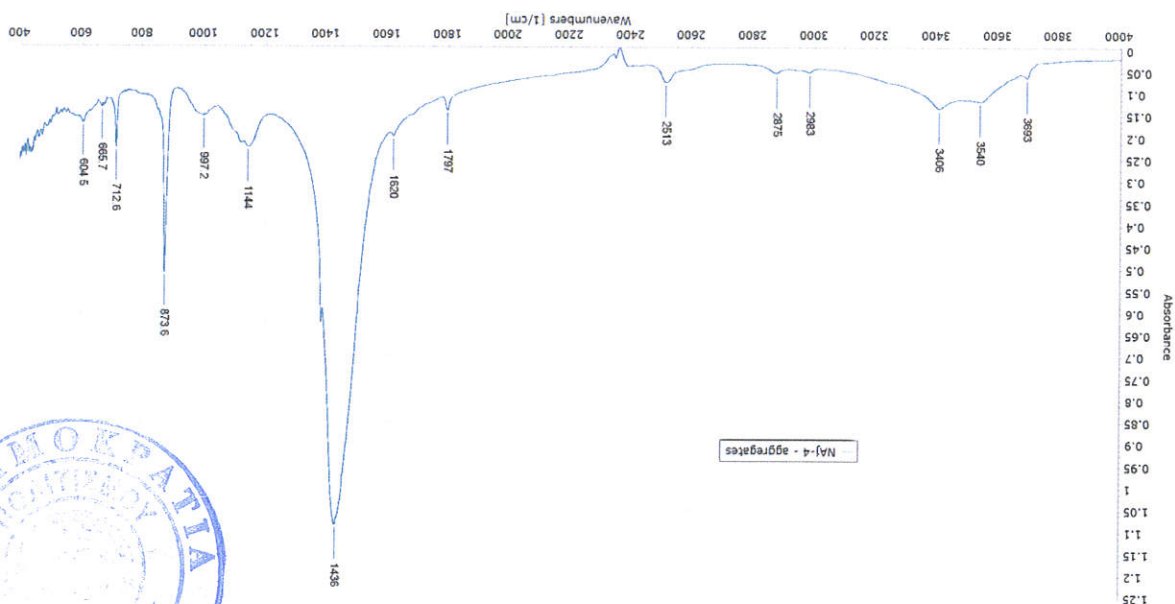
Τα αδρανή του δείγματος NApI-4 έχουν έντονη αβεστιακή σύσταση λόγω απορροφήσεων στις κορυφές 1436, 873 και 713  $\text{cm}^{-1}$ .



Εργαστήριο Υλικών Πολιτιστικής Κληρονομιάς και Σύγχρονης Δόμησης  
Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Πολυτεχνείο Κρήτης  
www.machmob.tuc.gr, email: pmaravelaki@isc.tuc.gr, τηλ 2821037661, 7663  
Διευθύντρια : Καθηγήτρια Πάωλα Νόνη Μαπαβέλακη



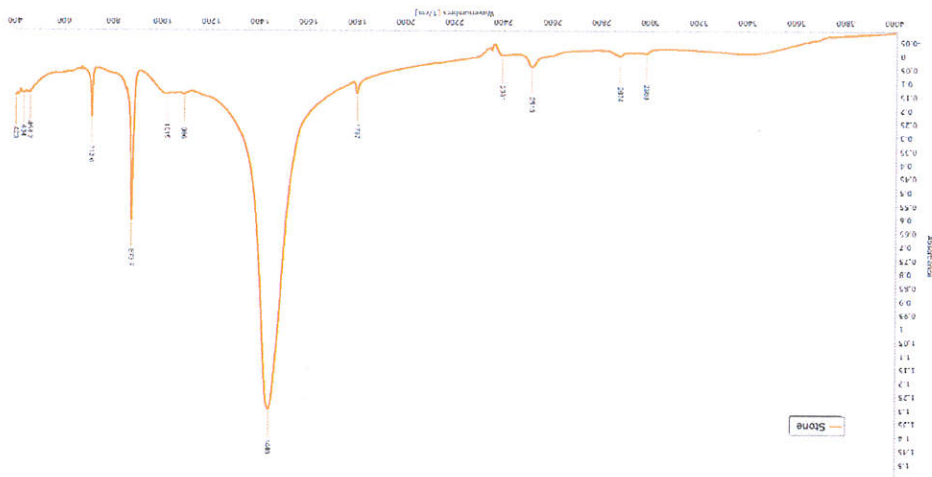
MACHMOB  
Materials for  
Cultural Heritage  
& Modern Building



Σχήμα 84: Φάσμα FTIR αδρανών Naf-4.

NAS-5

Το δείγμα NAS-5 αποτελεί ασβεστόλιθο, μιας και οι απορροφήσεις που παρουσιάζει είναι στα 1440, 874 και 713  $\text{cm}^{-1}$ .



Σχήμα 85: Φάσμα FTIR NAS-5.

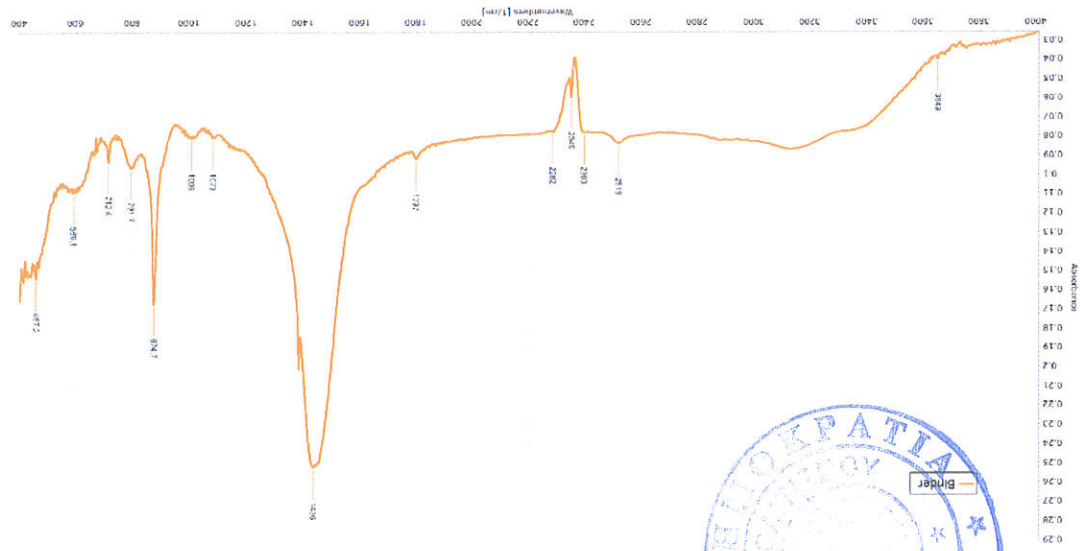
Naf-6

Το δείγμα Naf-6 έχει έντονη ασβεστίτηκη σύσταση (κορυφές 1436, 874 και 712  $\text{cm}^{-1}$ ). Επίσης διαθέτει τη δυνάμη κορυφή στα 800-791,7  $\text{cm}^{-1}$  χαλαζαϊκής προέλευσης, η οποία ενδεχομένως να προέρχεται από τα αδρανή του ασβεστοκονιμμάτων.





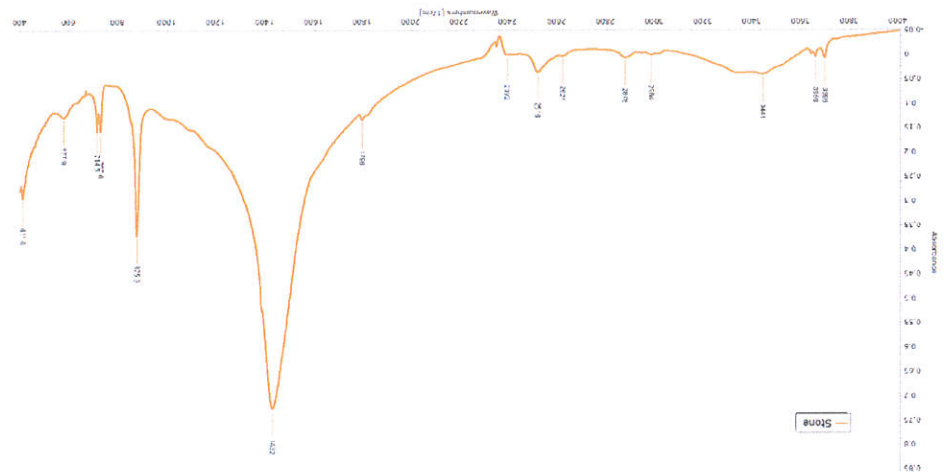
Εργαστήριο Υλικών Πολιτιστικής Κληρονομιάς και Σύγχρονης Δόμησης  
Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Πολυτεχνείο Κρήτης  
www.machmob.tuc.gr, email: pmaravelaki@isc.tuc.gr, τηλ 2821037661, 7663  
Διευθύντρια : Καθηγήτρια Πάωλα-Νόνη Μαραβέλακη



Σχήμα 86: Φάσμα FTIR κοιλίας NAJ-6.

### NAS-7

Το δείγμα NAS-7 έχει έντονη αβεσσιτική σύσταση (κορυφές 1432, 875 και 714.5  $\text{cm}^{-1}$ ). Αυτές οι κορυφές μας επιτρέπουν να υποθέσουμε ότι αναφερόμαστε σε αβεσθάλιθο.. Η παρουσία και της κορυφής το 727  $\text{cm}^{-1}$  μας δείχνει ότι εμπειρεύεται δολομικρός αβεσθάλιθος [8].



Σχήμα 87: Φάσμα FTIR NAS-7.

### NAS-8

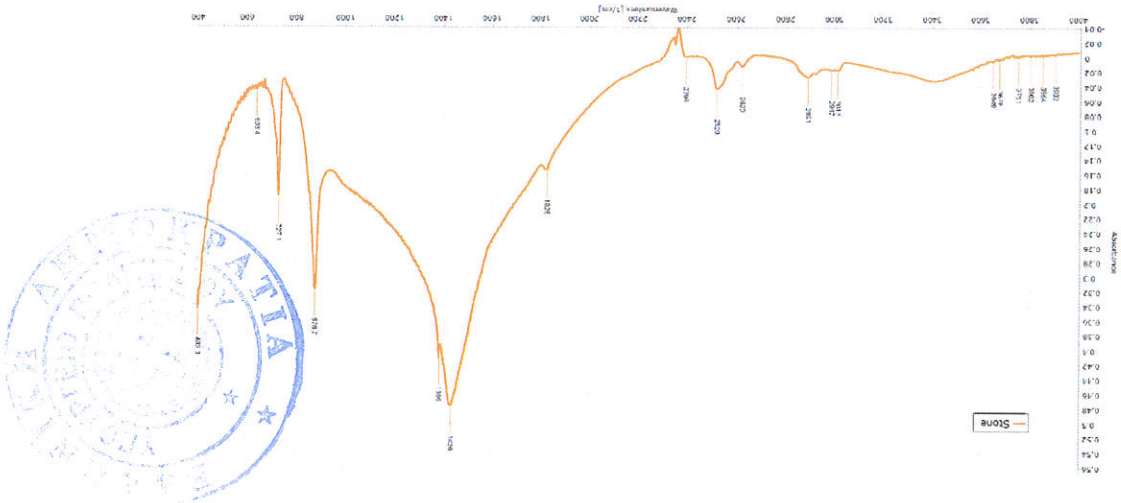
Το δείγμα NAS-8 έχει έντονη αβεσσιτική σύσταση (κορυφές 1432, 875 και 727  $\text{cm}^{-1}$ ). Η μετατόπιση της κορυφής από το 712  $\text{cm}^{-1}$  στο 727  $\text{cm}^{-1}$  μας δείχνει ότι αναφερόμαστε σε δολομικρό αβεσθάλιθο [8].



Εργαστήριο Υλικών Πολιτιστικής Κληρονομιάς και Σύγχρονης Δόμησης  
Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Πολυτεχνείο Κρήτης  
[www.machmob.tuc.gr](http://www.machmob.tuc.gr), email: [pmaravelelaki@isc.tuc.gr](mailto:pmaravelelaki@isc.tuc.gr), τηλ 2821037661, 7663  
Διευθύντρια : καθηγήτρια Πάωλα-Νόνη Μαπαβελάκη



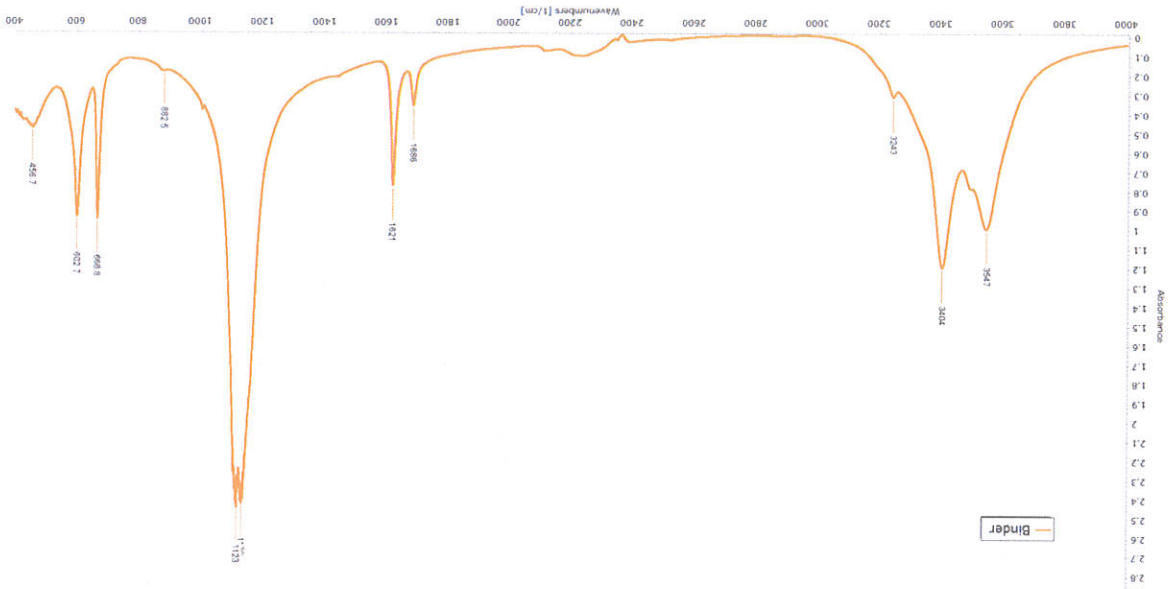
MachMob  
Materials for  
Cultural Heritage  
& Modern Building



Σχήμα 88: Φάσμα FTIR NAF-8.

## NAF-9

Στην ανάλυση του κονιά του δείγματος NAF-9, βρίσκουμε τις κορυφές που ορίζουν το φάσμα του γύψου : 3547, 3404, 3243, 1686, 1621, 1130, 1123, 669, 603 και 456  $\text{cm}^{-1}$  [9]. Το φάσμα δείχνει ότι ο γύψος υπάρχει σε πολύ μεγάλες ποσότητες στο δείγμα.



Σχήμα 89: Φάσμα FTIR κονιάς NAF-9.

Το δείγμα NAF-10 έχει αβυσσινική σύνθεση (κορυφές 1432, 874 και 713  $\text{cm}^{-1}$ ). Επιπλέον, εντοπίζεται μια κορυφή που σχετίζεται με τα αργιλοπυριτικά συσταικά (1009  $\text{cm}^{-1}$ ). Αυτή κορυφή υποδηλώνει μικρή υδραυλικότητα στο κονίαμα.

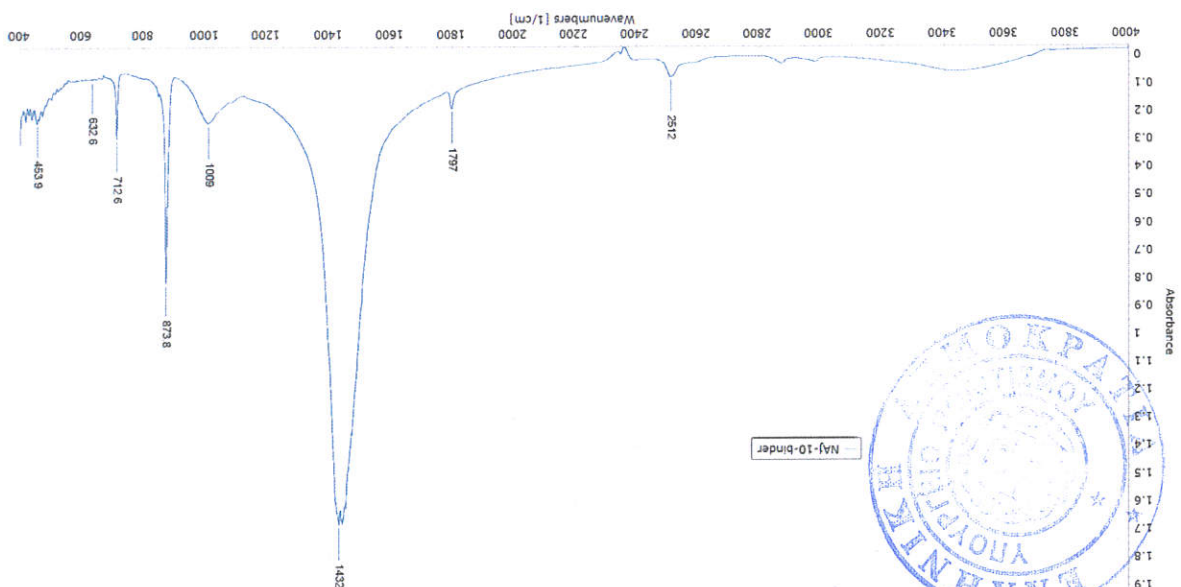




Εργαστήριο Υλικών Πολιτιστικής Κληρονομιάς και Σύγχρονης Δόμησης  
Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Πολυτεχνείο Κρήτης  
www.machmob.tuc.gr, email: pmaravelaki@tuc.gr, τηλ 2821037661, 7663  
Διευθύντρια : Καθηγήτρια Πάωλα-Νόνη Μαπαβελάκη

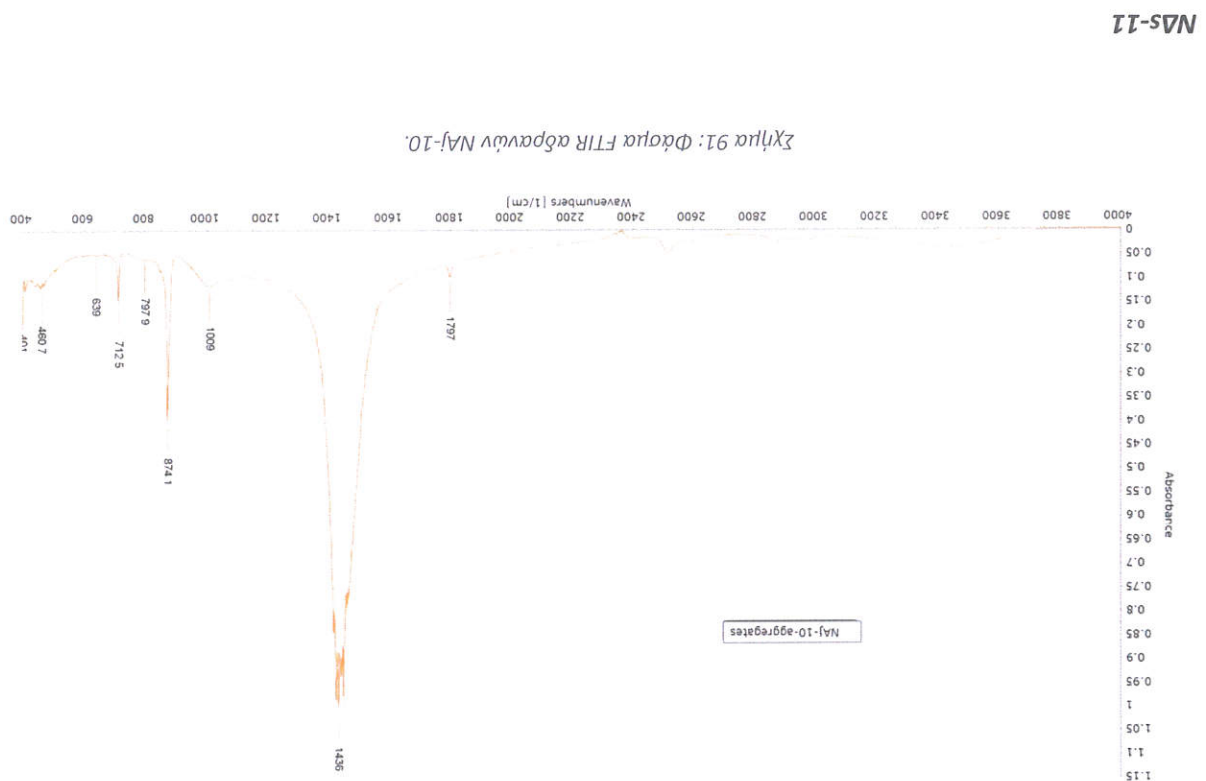


MACHMOB  
Materials for  
Cultural Heritage  
& Modern Building



Σχήμα 90: Φάσμα FTIR κοιλίας NAJ-10.

Τα αδρανή του βεγμάτος NAJ-10 έχουν κυρίως αβεσσιτική σύσταση (κορυφές 1436, 874 και 712 cm<sup>-1</sup>).

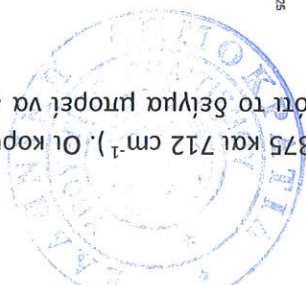


Σχήμα 91: Φάσμα FTIR αδρανών NAJ-10.

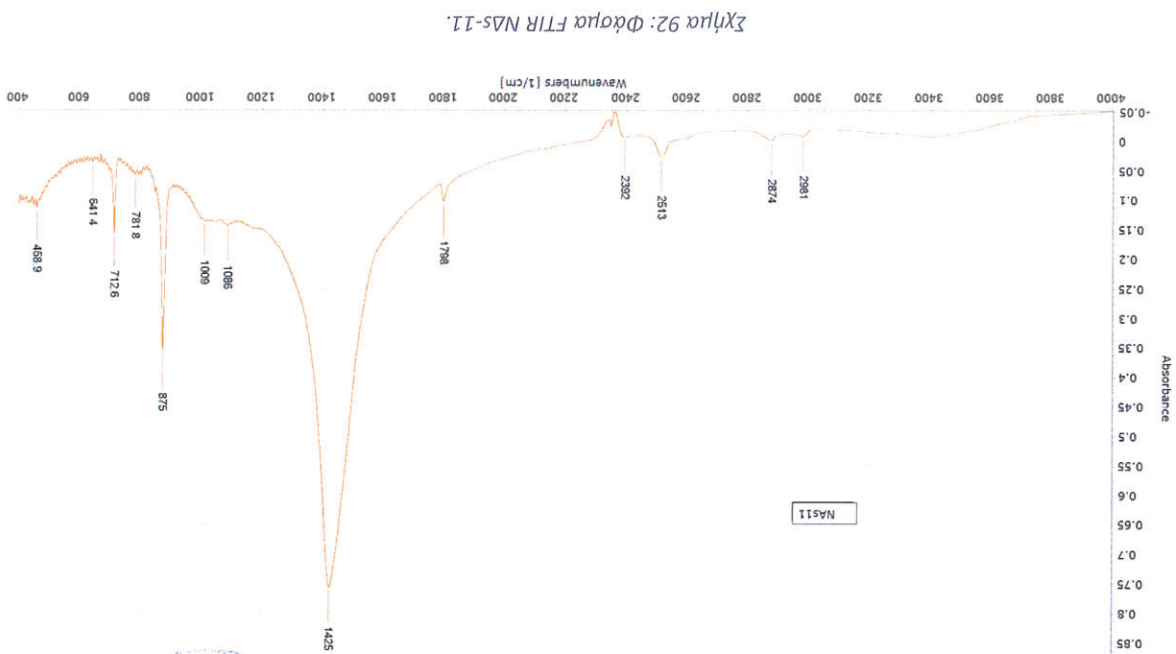


Εργαστήριο Υλικών Πολιτιστικής Κληρονομιάς και Σύγχρονης Δόμησης  
Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Πολυτεχνείο Κρήτης  
[www.machmob.tuc.gr](http://www.machmob.tuc.gr), email: [pmaravelelaki@isc.tuc.gr](mailto:pmaravelelaki@isc.tuc.gr), τηλ 2821037661, 7663  
Διευθύντρια : Καθηγήτρια Πάωλα-Νόνη Μαπαβελάκη

MachMob  
Materials for  
Cultural Heritage  
& Modern Building

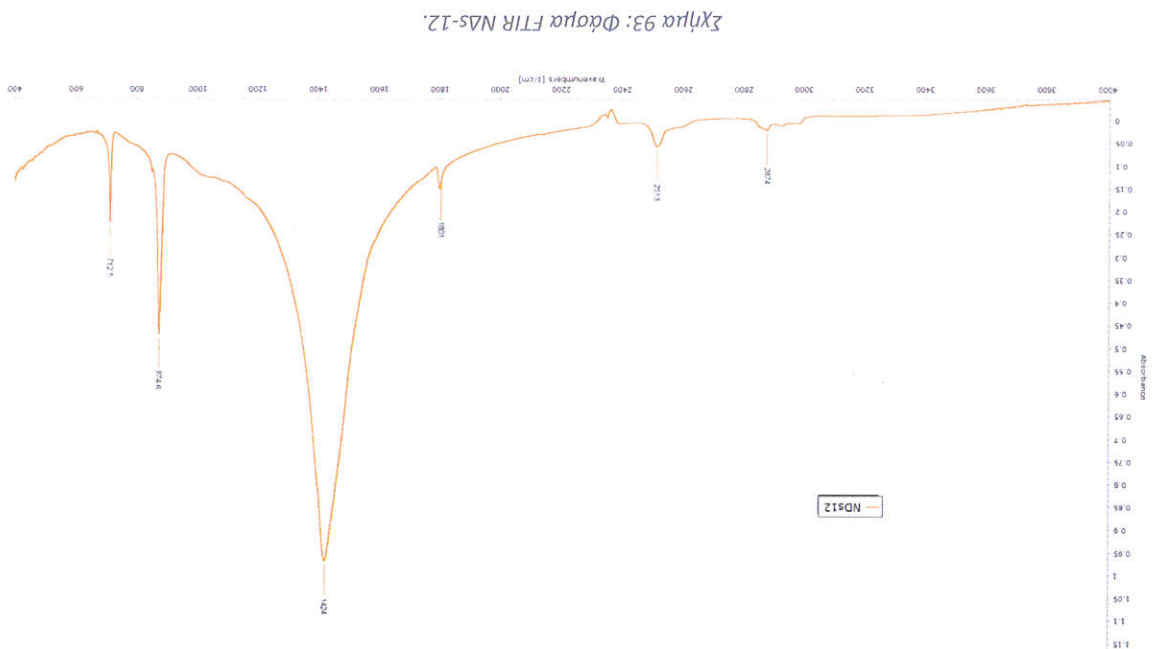


Το δείγμα NAs-11 έχει έντονη αβεσστιτική σύσταση (κορυφές 1425, 875 και 712  $\text{cm}^{-1}$ ). Οι κορυφές γύρω στα 2925, 2850, 2809, 1086, 1009, 795, 780 και 455  $\text{cm}^{-1}$  δείχνουν ότι το δείγμα μπορεί να είναι ψαμμίτης αβεσστικής σύστασης.



#### NAs-12

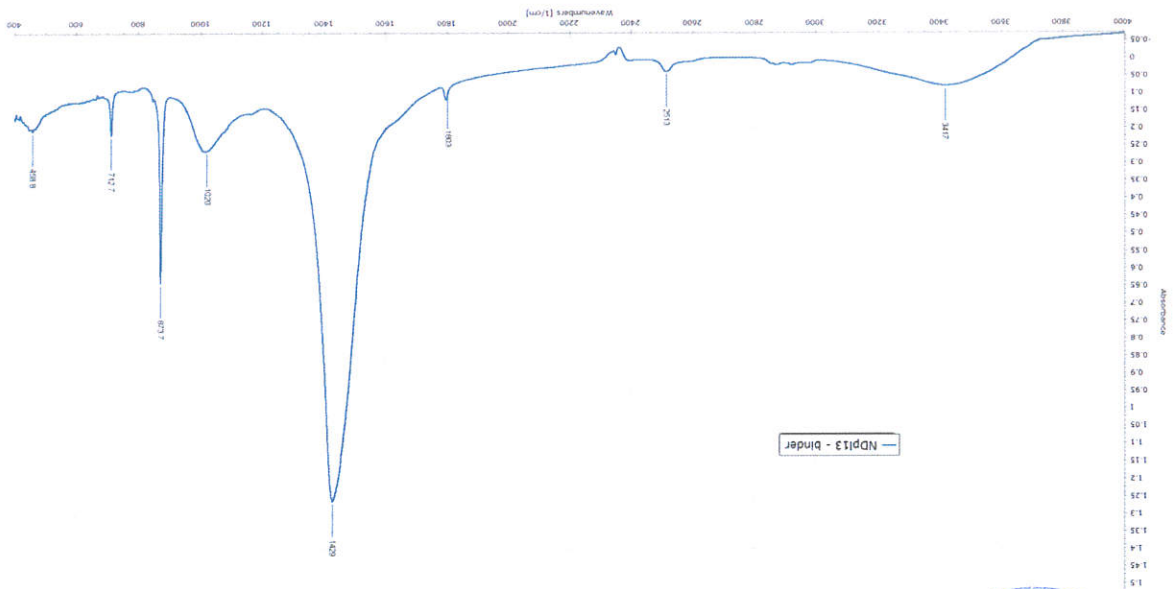
Ο λίθος NAs-12 αποτελεί αβεστιόλιθο με κυρίαρχες απορροφήσεις στις κορυφές 1424, 874.5 και 712.5  $\text{cm}^{-1}$ .





Στο φάσμα του δείγματος Ndp1-13 - red aggregates/ceramic (δείγμα κόκκινων αδρανών/κεραμικά) Οι κορυφές στα 1066, 944, 796, 778, 680, 565, 539 και 470  $\text{cm}^{-1}$  υποδεικνύουν ότι το κεραμικό υλικό θα μπορούσε να έχει ψηθεί στους 900 °C και πάνω [10]. Επίσης, η απορρόφηση στις κορυφές 1429, 875, 714.5  $\text{cm}^{-1}$  αβεστίνη μπορούν να δικαιολογηθούν λόγω της επαφής με το κονίαμα καθώς και από την προσθήκη αβεστιτικών αδρανών στο κεραμικό δείγμα.

Σχήμα 94: Φάσμα FTIR κονιάς Ndp1-13



Η κονία του δείγματος Ndp1-13 έχει αβεστιτική σύσταση (κορυφές 1429, 874 και 713  $\text{cm}^{-1}$ ). Επιπλέον, εντοπίζεται μια κορυφή που σχετίζεται με τα αργυλοπυριτικά συσταικά (1020  $\text{cm}^{-1}$ ). Αυτή η κορυφή υποδηλώνει μια μέση υδραυλικότητα του κονιάματος.

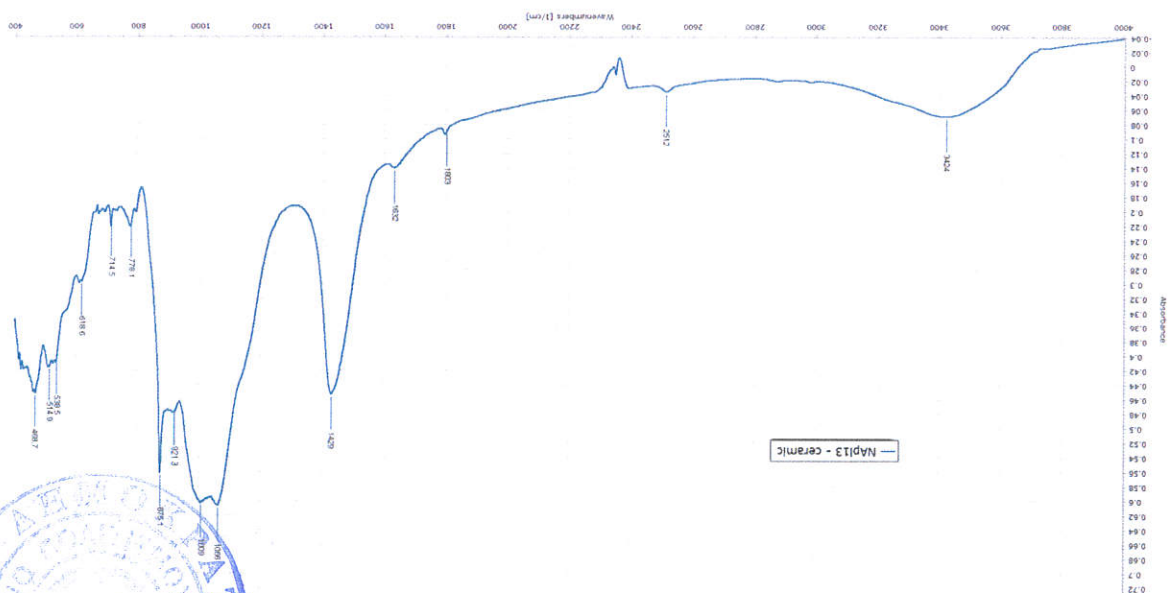
Εργαστήριο Υλικών Πολιτιστικής Κληρονομιάς και Σύγχρονης Δόμησης  
Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Πολυτεχνείο Κρήτης  
www.machmob.tuc.gr, email: pmaravelaki@isc.tuc.gr, τηλ 2821037661, 7663  
Διεύθυνση : καθ.γία Νάνα-Νόνη Μαργαλάκη





Εργαστήριο Υλικών Πολιτιστικής Κληρονομιάς και Σύγχρονης Δόμησης  
Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Πολυτεχνείο Κρήτης  
[www.machmob.tuc.gr](http://www.machmob.tuc.gr), email: [pmaravelelaki@isc.tuc.gr](mailto:pmaravelelaki@isc.tuc.gr), τηλ 2821037661, 7663  
Διευθύντρια : καθηγήτρια Πάωλα-Νόνη Μαπαβελάκη

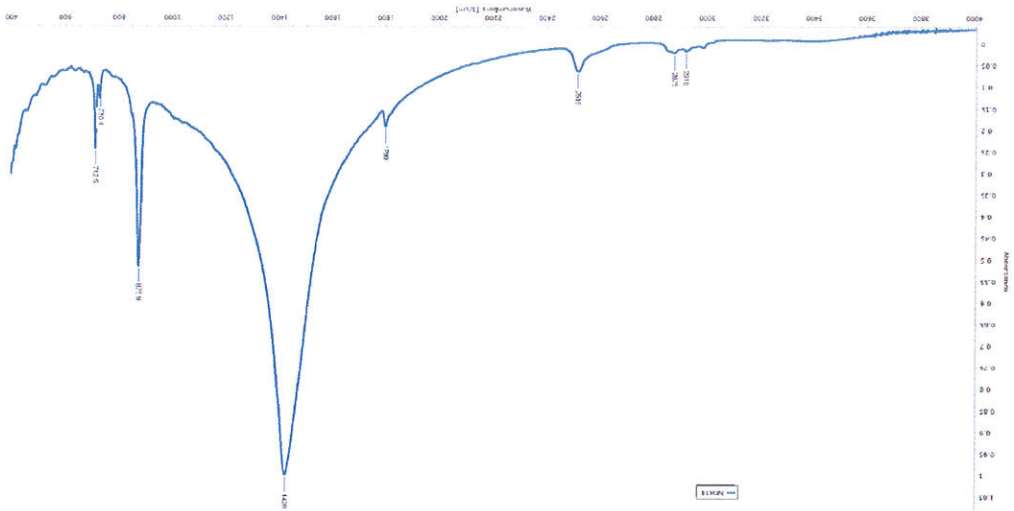
MachMob  
Materials for  
Cultural Heritage  
& Modern Building



Σχήμα 95: Φάσμα FTIR αδρανών Napi-13

NAS-14

Το δείγμα NAS-14 έχει έντονη αβεσσιτική σύσταση (κορυφές 1432, 875 και 727  $\text{cm}^{-1}$ ). Η δυνάμη κορυφή στα 712  $\text{cm}^{-1}$  υποδηλώνει ότι το δείγμα αποτελεί δολομυρικό αβεσσιόλιθο [8].



Σχήμα 96: Φάσμα FTIR αδρανών NAS-14

NAR-15

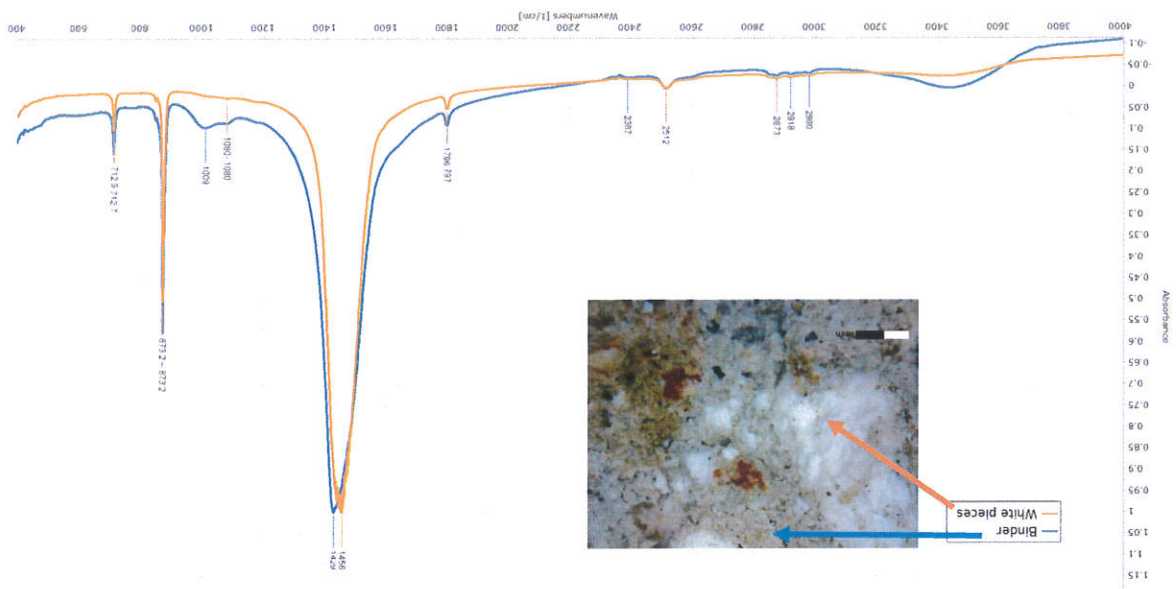
Για το δείγμα NAR-15, η ανάλυση FTIR πραγματοποιήθηκε στο συνδεδεκό υλικό, στα λευκά συσσωματώματα που υπάρχουν στο κονίαμα καθώς και στα σκούρα καφέ και ανοιχτό καφέ συσσωματώματα. Αναλύθηκαν επίσης τα μαύρα αδρανή.



Το φάσμα του δείγματος NAr-15-brown pieces 1 και 2 (κομμάτια καφέ 01 και 02) δείχνει αργιλιοπυριτική σύσταση ( $1013, 1026 \text{ cm}^{-1}$ ) και χαλαζιακή σύσταση με τη διπλή στα  $799 \text{ cm}^{-1}$  και  $781 \text{ cm}^{-1}$ . Επιπλέον, οι αργλικές απορροφήσεις στην περιοχή γύρω στα  $3600 \text{ cm}^{-1}$  ενισχύουν την άποψη ότι υπάρχει εδαφικό υλικό. Τέλος, βρίσκουμε και κορυφές που υποδηλώνουν ασβεστοπυριτική σύσταση ( $1428, 874, 713 \text{ cm}^{-1}$ ). Η ανάλυση δείχνει την παρουσία εδαφικού υλικού αναμεμιγμένου με

ασβέστη.

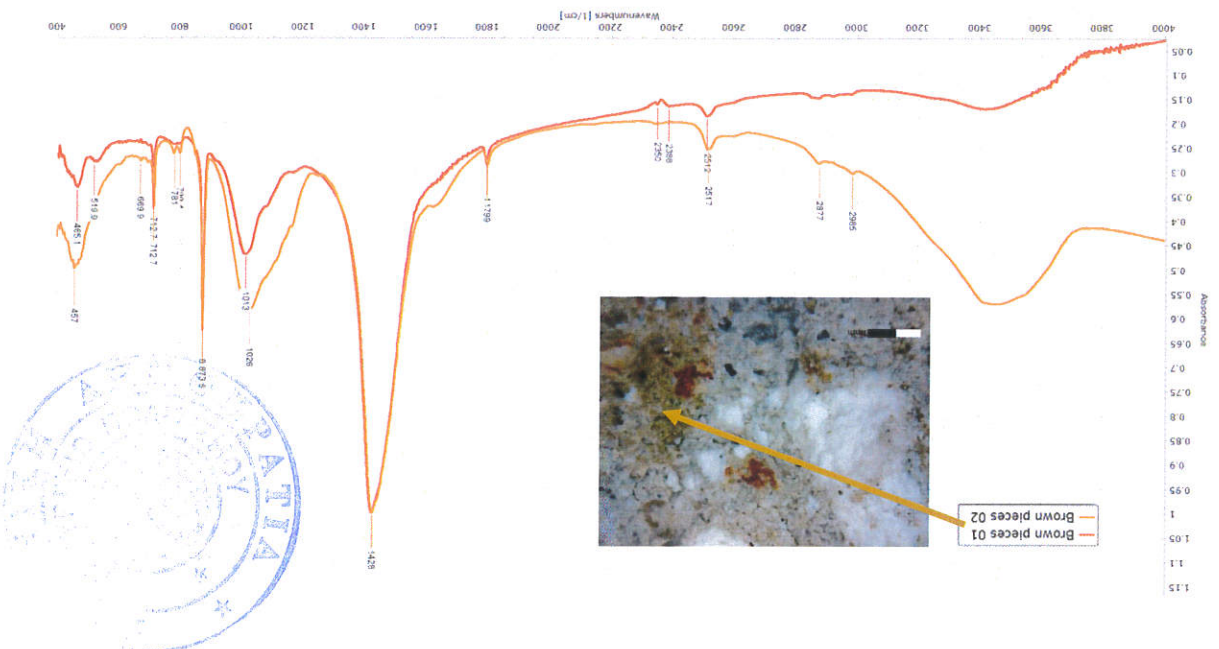
Σχήμα 97: Φάσματα FTIR κοιλίας και ασρά κομμάτια NAr-15.



Η κοιλία του δείγματος NAr-15 έχει ασβεστοπυριτική σύσταση (κορυφές  $1429, 873$  και  $712 \text{ cm}^{-1}$ ). Επιπλέον, εντοπίζονται δύο μικρές κορυφές που σχετίζονται με τα αργιλιοπυριτικά συσταικά ( $1080, 1009 \text{ cm}^{-1}$ ). Αυτές οι κορυφές ενδεχομένως να οφείλονται στην παρουσία εδαφικού υλικού, ή μικρής υδραυλικότητας. Τα άσπρα τμήματα του δείγματος NAr-15 είναι καθαρά ασβεστοπυριτικά ( $1456, 873, 713 \text{ cm}^{-1}$ ).

Στην ανάλυση της κοιλιάς του δείγματος ΝΔ-16, βρίσκουμε τις κορυφές που ορίζουν το φάσμα του γύψου : 3547, 3405, 3244, 1686, 1621, 1140, 1120, 669, 603 και 456  $\text{cm}^{-1}$  [9].

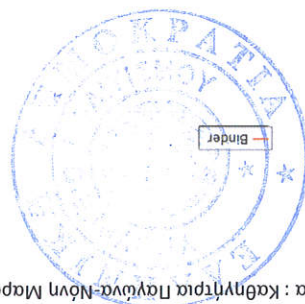
Σχήμα 98: Φάσματα FTIR καφέ κομπότσια ΝΑ-15.



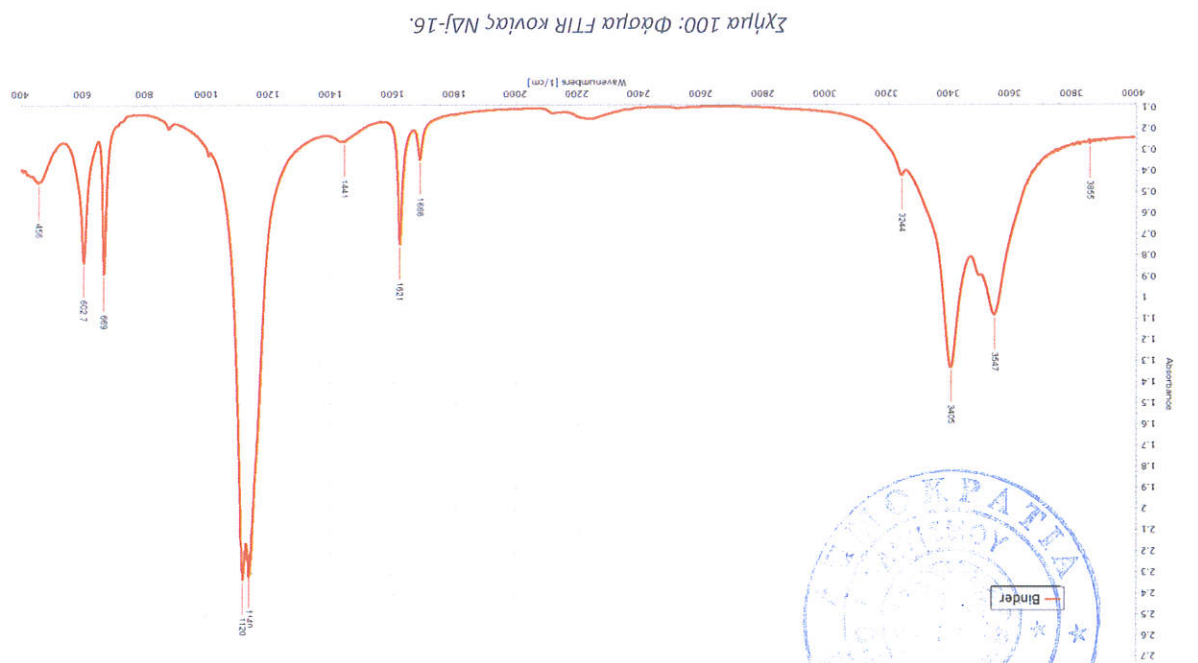




Εργαστήριο Υλικών Πολιτιστικής Κληρονομιάς και Σύγχρονες Δόμησης  
Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Πολυτεχνείο Κρήτης  
www.machmob.tuc.gr, email: pmaravelaki@isc.tuc.gr, τηλ 2821037661, 7663  
Διευθύντρια : Καθγήτρια Πάωλα Μαπαβελάκη

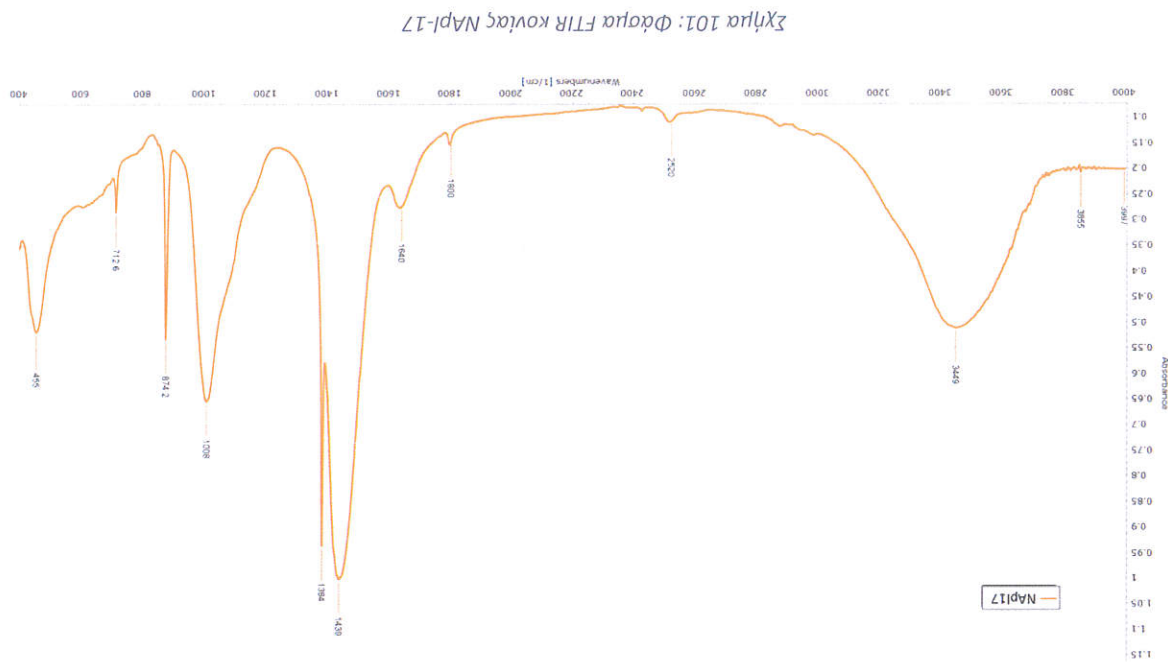


MachMob  
Materials for  
Cultural Heritage  
& Modern Building



### Napi-17

Το δείγμα Napi-17 έχει αβεσπτική σύσταση (κορυφές  $1439$ ,  $874$  και  $713\text{ cm}^{-1}$ ) αλλά έχει και μεγάλο ποσοστό αργλοπυρρικών συστατικών καθώς η κορυφή στα  $1008\text{ cm}^{-1}$  είναι πολύ έντονη. Αυτή η κορυφή θα μπορούσε να είναι ένδειξη της παρουσίας τιμμέντου. Η κορυφή στα  $1384\text{ cm}^{-1}$  δείχνει μεγάλο ποσοστό νιτρικών.

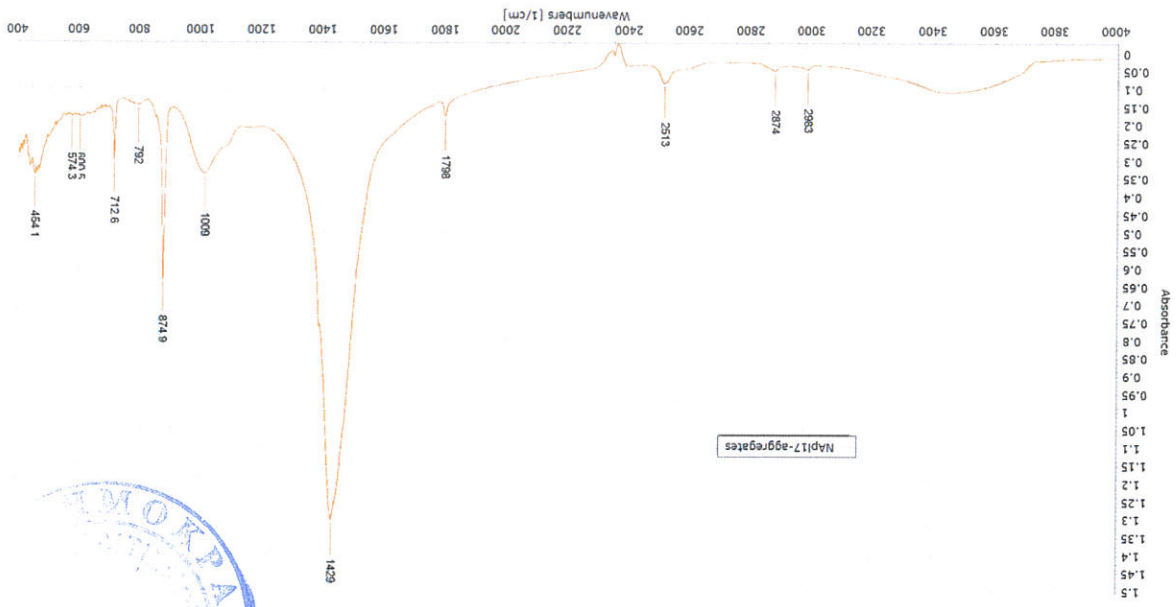




Εργαστήριο Υλικών Πολιτιστικής Κληρονομιάς και Σύγχρονης Δόμησης  
Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Πολυτεχνείο Κρήτης  
[www.machmob.tuc.gr](http://www.machmob.tuc.gr), email: [pmaravelekaki@isc.tuc.gr](mailto:pmaravelekaki@isc.tuc.gr), τηλ 2821037661, 7663  
Διευθύντρια : Καθηγήτρια Πάωλα-Νόνη Μαπαβελάκη



Τα αδρανή του δείγματος Napi-17 έχουν έντονη αβεσσιτική σύσταση (κορυφές 1429, 874 και 713  $\text{cm}^{-1}$ ). Μπορούμε επίσης να δούμε μια ασθενέστερη κορυφή στα 1009  $\text{cm}^{-1}$  που πιστοποιεί την παρουσία πυριτικών αδρανών.



Σχήμα 102: Φάσμα FTIR αδρανών Napi-17

### Napi-18

Το δείγμα Napi-18 έχει αβεσσιτική σύσταση (κορυφές 1424, 874 και 713  $\text{cm}^{-1}$ ) αλλά έχει και μεγάλο ποσοστό αργιλοπυριτικών συστατικών καθώς η κορυφή στα 1008  $\text{cm}^{-1}$  είναι πολύ έντονη. Αυτή η κορυφή θα μπορούσε να είναι ένδειξη της παρουσίας κορυφών της. Η κορυφή στα 1384  $\text{cm}^{-1}$  δείχνει μεγάλο ποσοστό νιτρικών. Βρίσκουμε και τις κορυφές που ορίζουν το φάσμα του γύψου : 3550, 3406, 3244, 1686, 1624, 1150, 1116, 668, 601 και 461  $\text{cm}^{-1}$  [9] σε χαμηλή ένταση.

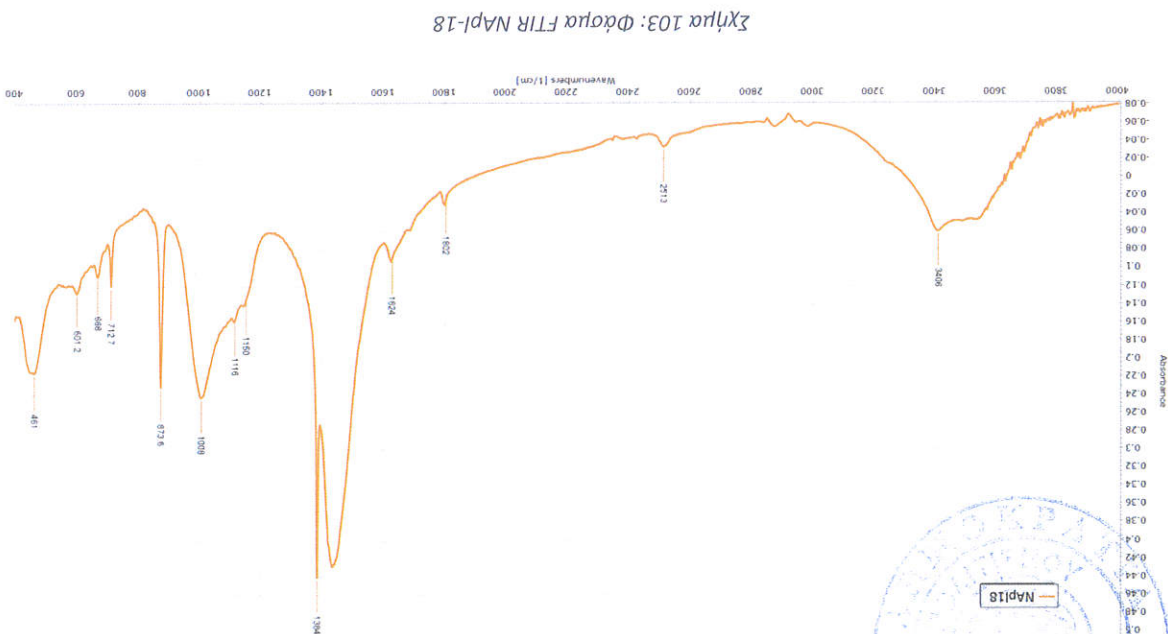
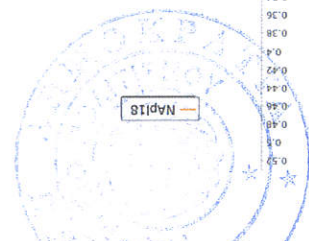




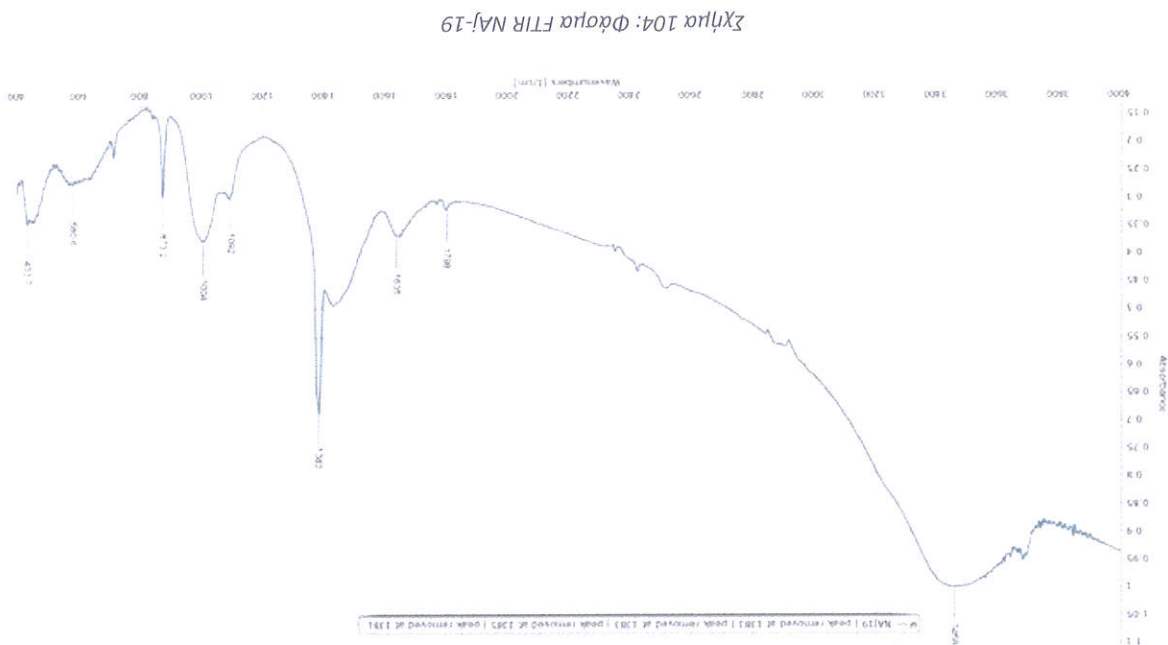
Εργαστήριο Υλικών Πολιτιστικής Κληρονομιάς και Σύγχρονης Δόμησης  
Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Πολυτεχνείο Κρήτης  
www.machmob.tuc.gr, email: pmaravelaki@isc.tuc.gr, τηλ 2821037661, 7663  
Διευθύντρια: Καθηγήτρια Πάωλα Μαπαβελάκη



MACHMOB  
Materials for  
Cultural Heritage  
& Modern Building



NApI-19



NApI-20

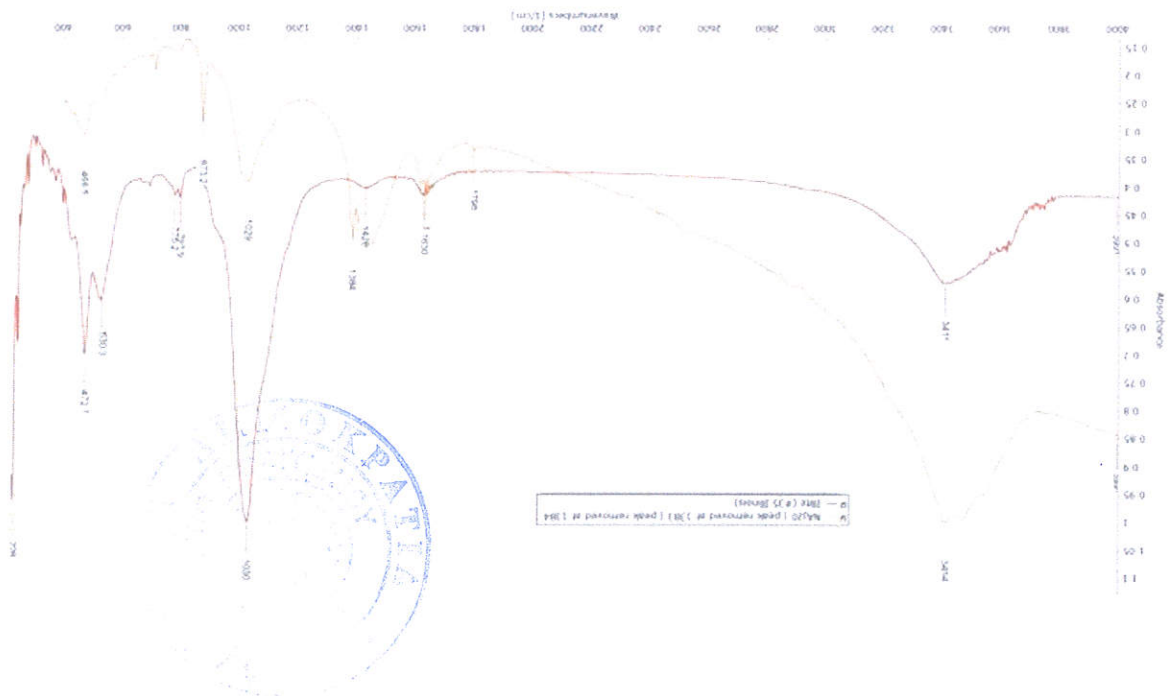
Το δείγμα NApI-20 έχει αβεστική σύσταση (κορυφές 1436, 873 και 712  $\text{cm}^{-1}$ ) αλλά έχει και μεγάλο ποσοστό αργιλιοπυρρικών συστατικών καθώς η κορυφή στα 1029  $\text{cm}^{-1}$  είναι πολύ έντονη. Επιπλέον, βρίσκουμε τις χαρακτηριστικές κορυφές του Ιλλίτη : 3414, 1630, 1029, 797, 1775, 530, 472  $\text{cm}^{-1}$ . Φαίνεται ότι το δείγμα έχει μεγάλη ποσότητα εδαφικού υλικού.



Εργαστήριο Υλικών Πολιτιστικής Κληρονομιάς και Σύγχρονης Δόμησης  
Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Πολυτεχνείο Κρήτης  
[www.machmob.tuc.gr](http://www.machmob.tuc.gr), email: [pmaravetaki@isc.tuc.gr](mailto:pmaravetaki@isc.tuc.gr), τηλ 2821037661, 7663  
Διευθύντρια : Καθηγήτρια Πάωλα-Νόνη Μαραβελάκη



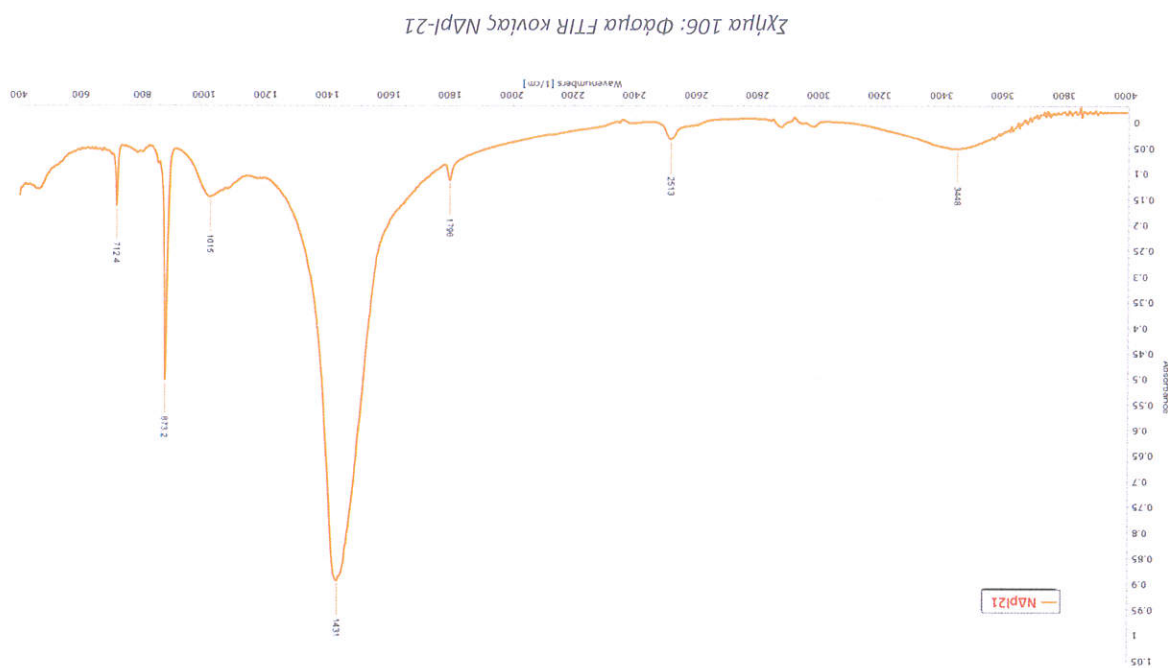
MachMob  
Materials for  
Cultural Heritage  
& Modern Building



Σχήμα 105: Φάσμα FTIR Naf-20 και φάσμα του λλάντη.

## Naf-21

Η κονία του δέλματος Naf-21 έχει αβεσπτική σύσταση (κορυφές 1431, 873 και 712  $\text{cm}^{-1}$ ). Αυτή Ενυδατών, εντοπίζεται μια κορυφή που σχετίζεται με τα αργυλοπυριτικά συσταικά (1015  $\text{cm}^{-1}$ ). Αυτή κορυφή υποδηλώνει μικρή υδραυλικότητα του κονιάματος.



Σχήμα 106: Φάσμα FTIR κονίας Naf-21



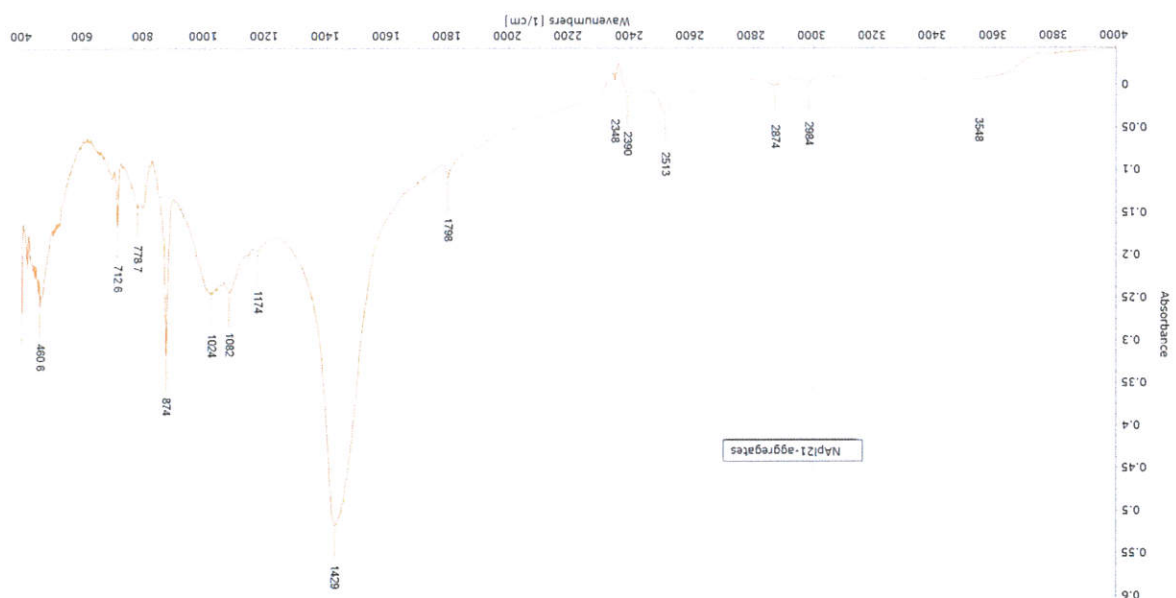


Εργαστήριο Υλικών Πολιτιστικής Κληρονομιάς και Σύγχρονης Δόμησης  
Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Πολυτεχνείο Κρήτης  
www.machmob.tuc.gr, email: pmaravelaki@isc.tuc.gr, τηλ 2821037661, 7663  
Διευθύντρια : Καθηγήτρια Παύλα Μαργαβελάκη

MachMob  
Materials for  
Cultural Heritage  
& Modern Building



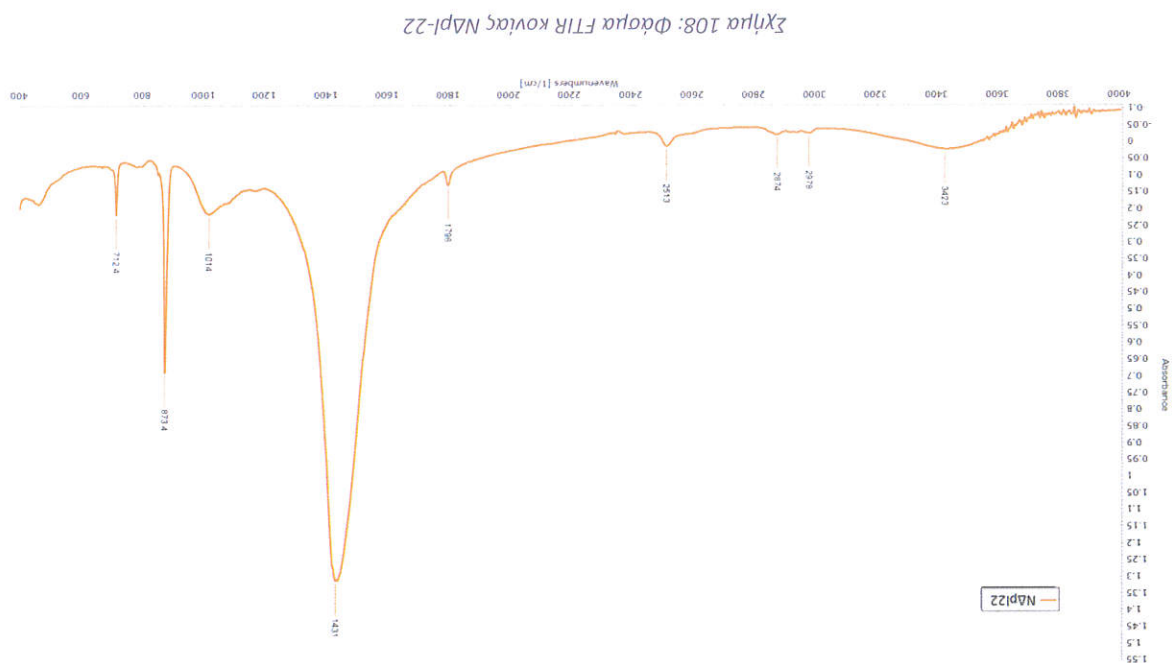
Το φάσμα του δείγματος NΔpI-21-aggregates (δείγμα αδρανών) δείχνει ότι τα αδρανή υλικά έχουν χαλαρά συστάση με τη δυνάμη κορυφή στα  $795\text{ cm}^{-1}$  και  $778\text{ cm}^{-1}$ . Τα αδρανή υλικά του δείγματος NΔpI-21 είναι και ασβεστίτικά όπως δείχνουν οι κορυφές  $1429$ ,  $874$  και  $713\text{ cm}^{-1}$ .



Σχήμα 107: Φάσμα FTIR αδρανών NΔpI-21

#### NΔpI-22

Η κοιλία του δείγματος NΔpI-22 έχει ασβεστίτική σύσταση (κορυφές  $1431$ ,  $873$  και  $712\text{ cm}^{-1}$ ). Επιπλέον, εντοπίζεται μια κορυφή που σχετίζεται με τα αργυλοπυριτικά συστατικά ( $1014\text{ cm}^{-1}$ ). Αυτή η κορυφή υποδηλώνει μικρή υδραυλικότητα στο κονίαμα.



Σχήμα 108: Φάσμα FTIR κοιλίας NΔpI-22



Εργαστήριο Υλικών Πολιτιστικής Κληρονομιάς και Σύγχρονης Δόμησης  
Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Πολυτεχνείο Κρήτης  
[www.machmob.tuc.gr](http://www.machmob.tuc.gr), email: [pmaravelaki@isc.tuc.gr](mailto:pmaravelaki@isc.tuc.gr), τηλ 2821037661, 7663  
Διευθύντρια : Καθηγήτρια Πάωλα Νόνη Μαραβέλακη

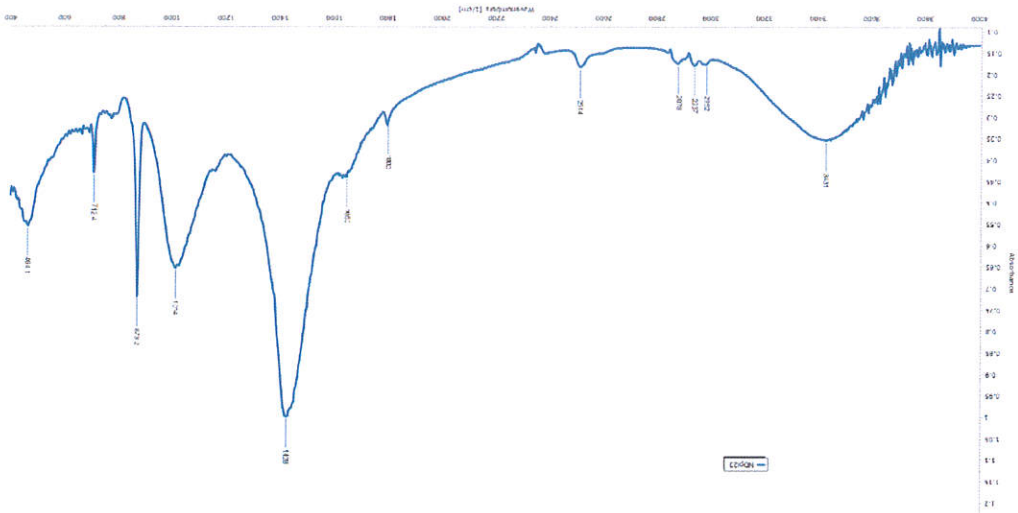


MachMob  
Materials for  
Cultural Heritage  
& Modern Building



Το δείγμα Nδρ-23 έχει αβεστική σύσταση (κορυφές 1428, 873 και 712  $\text{cm}^{-1}$ ) αλλά έχει και μεγάλο ποσοστό αργλαιοπυρρικών συστατικών καθώς η κορυφή στα 1014  $\text{cm}^{-1}$  είναι πολύ έντονη. Αυτή η κορυφή θα μπορούσε να είναι ένδειξη της παρουσίας τσιμέντου.

### Nδρ-23



Σχήμα 109: Φάσμα FTIR κοιλίας Nδρ-23

### 3.3.3. Προσδιορισμός των υδατοδιαλυτών αλάτων

Με τη χρήση αγωγιμότητας ακολουθώντας την διαδικασία που περιγράφηκε παραπάνω, προσδιορίστηκε η αγωγιμότητα των δειγμάτων. Η αγωγιμότητα ενός διαλύματος είναι ανάλογη του ποσοστού των υδατοδιαλυτών αλάτων που συσσωρεύονται στο δείγμα. Τα υδατοδιαλυτά άλατα μαζί με το νερό αποτελούν έναν από τους κυριότερους παράγοντες φθοράς των μνημείων. Θεωικά, ανθρακικά, χλωριούχα και νιτρικά άλατα μπορεί να παγιδευτούν στο σωματικό των δομικών υλικών του μνημείου και μέσω της ανακρυστάλλωσης και της ανακρυστάλλωσης τους να προκαλέσουν εκτεταμένη φθορά, λόγω μεταβολής όγκου και εξάσκησης στους πόρους [11,12]. Συνεπώς, όσο μεταβλητή η αγωγιμότητα του δείγματος τόσο μεγαλύτερη είναι η πιθανότητα φθοράς του εξαιτίας εκτεταμένης ύπαρξης υδατοδιαλυτών αλάτων. Η περιεκτικότητα σε άλατα (TDS) υπολογίζεται από τον τύπο [13]:

$$\text{TDS (mg/L)} = 0.068 * \text{ES (}\mu\text{S/cm)}$$

Είναι μια διαλογή δειγμάτων για τον προσδιορισμό των υδατοδιαλυτών αλάτων και τα αποτελέσματα των μετρήσεων παρουσιάζονται στον Πίνακα 3. Ένικά το ποσοστό των αλάτων είναι αρκετά χαμηλό σε όλα τα δείγματα, λαμβάνοντας υπόψη τη θέση του μνημείου σε σχέση με τη θάλασσα. Επίσης, τα δείγματα Nδρ-6, Nδρ-7, Nδρ-8 που παρουσιάζουν το μεγαλύτερο ποσοστό αλάτων είναι αυτά που εντοπιστήκαν με έντονη κορυφή των νιτρικών στην ανάλυση FTIR (1384  $\text{cm}^{-1}$ ). Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι αυτά τα τρία δείγματα είναι από την ίδια περιοχή : στο βόρειο τμήμα του ανατολικού Νεώριου.



| Δείγμα | FTIR                                                                     | XRF - κοιλία                                       | XRF - κοιλία              | XRF - αδρανών        | Χαρακτηρισμός κοινότητας                           |
|--------|--------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|---------------------------|----------------------|----------------------------------------------------|
| Napi-1 | Αβερτιτικές κορυφές με υδραυλικά συστατικά - χαλαζίακη / αβερτιτική άμμο | 20,3 % Ca, 15,3 % Si, 3,5 % Al, 2,3 % Fe, 1,6% Mg. | -                         | -                    | Επισκευαστικό αβερτοκόιλια με κεραμικά και τοιμένο |
| Napi-2 | Αβερτιτικές κορυφές -                                                    | -                                                  | 38,8% Ca, 1,3 % Si, 1,3 % | 19,9 % Ca, 17,0 % Si | Αβερτοκόιλια -                                     |

## 3.3.4. Σύγκριση FTIR και XRF (EDXRF)

| Δείγμα  | Αγωγιμότητα (μS/cm) | Ποσοστό (%) ευδιάλυτων αλάτων |
|---------|---------------------|-------------------------------|
| Napi-1  | 112,8               | 7,67                          |
| Napi-2  | 54,5                | 3,71                          |
| Napi-3  | 79,3                | 5,39                          |
| Napi-4  | 108,4               | 7,37                          |
| Napi-5  | 73,6                | 5,00                          |
| Napi-6  | 210                 | 14,28                         |
| Napi-7  | 194,5               | 13,23                         |
| Napi-8  | 168                 | 11,42                         |
| Napi-9  | 94,3                | 6,41                          |
| Napi-10 | 111,2               | 7,56                          |
| Napi-11 | 41,3                | 2,81                          |
| Napi-12 | 120,1               | 8,17                          |
| Napi-13 | 60,5                | 4,11                          |
| Napi-14 | 44,1                | 3,00                          |
| Napi-15 | 90                  | 6,12                          |
| Napi-16 | 98,3                | 6,68                          |
| Napi-17 | 160,3               | 10,90                         |
| Napi-18 | 420                 | 31,28                         |
| Napi-19 | 195                 | 13,26                         |
| Napi-20 | 424                 | 28,83                         |
| Napi-21 | 78                  | 5,30                          |
| Napi-22 | 53                  | 3,60                          |
| Napi-23 | 66,7                | 4,54                          |

Πίνακας 4: Μέτρησεις αγωγιμότητας

Εργαστήριο Υλικών Πολιτιστικής Κληρονομιάς και Σύγχρονης Δόμησης  
 Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Πολυτεχνείο Κρήτης  
 Διεύθυνση : Καθηγήτρια Πάωλα Μαράβελλη  
 Email: [pmaravelela@isc.tuc.gr](mailto:pmaravelela@isc.tuc.gr), τηλ 2821037661, 7663  
[www.machmob.tuc.gr](http://www.machmob.tuc.gr)





Εργαστήριο Υλικών Πολιτιστικής Κληρονομιάς και Σύγχρονης Δόμησης  
Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Πολυτεχνείο Κρήτης  
www.machmob.tuc.gr, email: pmaravelaki@isc.tuc.gr, τηλ 2821037661, 7663  
Διευθύντρια : Καθηγήτρια Πάωλα-Νόνη Μαργαλάκη

MachMob  
Materials for  
Cultural Heritage  
& Modern Building



|       |                                                                                            |                  |                                            |   |                                                                           |       |                                           |                                   |   |                                     |       |                       |                               |   |              |       |                                            |                                           |   |                                      |       |                                                  |                                |   |                        |       |                                                  |                     |   |                        |       |                |                                          |   |            |        |                                                                             |                                  |   |                                                                |        |                                                |                     |   |                          |        |                       |          |   |              |        |                                                                              |                                                     |                                                      |                                                                |        |                                                 |                    |   |                        |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|--------------------------------------------|---|---------------------------------------------------------------------------|-------|-------------------------------------------|-----------------------------------|---|-------------------------------------|-------|-----------------------|-------------------------------|---|--------------|-------|--------------------------------------------|-------------------------------------------|---|--------------------------------------|-------|--------------------------------------------------|--------------------------------|---|------------------------|-------|--------------------------------------------------|---------------------|---|------------------------|-------|----------------|------------------------------------------|---|------------|--------|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---|----------------------------------------------------------------|--------|------------------------------------------------|---------------------|---|--------------------------|--------|-----------------------|----------|---|--------------|--------|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|--------|-------------------------------------------------|--------------------|---|------------------------|
| NAI-3 | Αβέσπριτες<br>κορυφές με λίγα<br>υδραυλικά<br>συστατικά –<br>χαλαζιακή /<br>αβέσπριτη άμμο | Na, 1,3 %<br>Mg. | 34,6 % Ca,<br>2,5% Si, 2,4%<br>Mg, 1,7 Na. | - | Αβέστοκοιλία με<br>μικρή υδραυλικότητα<br>/ χαλαζιακή /<br>αβέσπριτη άμμο | NAI-4 | Αβέσπριτες<br>κορυφές -<br>αβέσπριτη άμμο | 34,5 % Ca,<br>4,0% Mg,<br>1,0% Na | - | Αβέστοκοιλία<br>-<br>αβέσπριτη άμμο | NAI-5 | Αβέσπριτες<br>κορυφές | 40,6%Ca,<br>0,9%Mg,<br>0,7%Na | - | Αβέστοκοιλία | NAI-6 | Αβέσπριτες<br>κορυφές –<br>χαλαζιακή άμμο. | 37,6%Fe,<br>12,1%Ca,<br>3,1%Mg,<br>2,5%Na | - | Αβέστοκοιλία<br>-<br>χαλαζιακή άμμο. | NAI-7 | Αβέσπριτες<br>κορυφές με<br>δομικά<br>συστατικά. | 29,9%Ca,<br>10,7%Mg,<br>2,1%Na | - | Δομικά<br>αβέστοκοιλία | NAI-8 | Αβέσπριτες<br>κορυφές με<br>δομικά<br>συστατικά. | 27,3%Ca,<br>10,9%Mg | - | Δομικά<br>αβέστοκοιλία | NAI-9 | Θεικές κορυφές | 26,7%Ca,<br>17,2%S,<br>4,8%Na,<br>2,2%Mg | - | Γυψοκοιλία | NAI-10 | Αβέσπριτες<br>κορυφές με λίγα<br>υδραυλικά<br>συστατικά –<br>αβέσπριτη άμμο | 39,2% Ca,<br>1,4% Si,<br>1,3% Mg | - | Αβέστοκοιλία με<br>μικρή υδραυλικότητα<br>-<br>αβέσπριτη άμμο. | NAI-11 | Αβέσπριτες<br>(κρίως) και<br>πυριτικές κορυφές | 39,7%Ca,<br>4,3% Si | - | Ψαμμίτες<br>αβέστοκοιλία | NAI-12 | Αβέσπριτες<br>κορυφές | 41,65%Ca | - | Αβέστοκοιλία | NAI-13 | Αβέσπριτες<br>κορυφές με λίγα<br>υδραυλικά<br>συστατικά –<br>κεραμικά αδρανή | 36,1%Ca,<br>3,9%Si,<br>2,6%Mg,<br>1,2%Fe,<br>1,2%Al | 19,4%Ca,<br>15,6%Si,<br>5,6%Mg,<br>4,9%Al,<br>4,5%Fe | Αβέστοκοιλία με<br>μικρή υδραυλικότητα<br>-<br>κεραμικά αδρανή | NAI-14 | Αβέσπριτες<br>κορυφές με<br>δομικά<br>συστατικά | 50,3%Ca,<br>7,8%Mg | - | Δομικά<br>αβέστοκοιλία |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|--------------------------------------------|---|---------------------------------------------------------------------------|-------|-------------------------------------------|-----------------------------------|---|-------------------------------------|-------|-----------------------|-------------------------------|---|--------------|-------|--------------------------------------------|-------------------------------------------|---|--------------------------------------|-------|--------------------------------------------------|--------------------------------|---|------------------------|-------|--------------------------------------------------|---------------------|---|------------------------|-------|----------------|------------------------------------------|---|------------|--------|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---|----------------------------------------------------------------|--------|------------------------------------------------|---------------------|---|--------------------------|--------|-----------------------|----------|---|--------------|--------|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|--------|-------------------------------------------------|--------------------|---|------------------------|



|        |                                                                                                                            |                                                                                        |                                        |                                                  |                                                                                   |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| NAI-15 | Αβεσττιικές<br>κορυφές –<br>Αβεσττιική άμμο                                                                                |                                                                                        | 39,2%,<br>1,2%Si,<br>1,2%Mg,<br>1,0%Na | 30,8%Ca,<br>4,7%Si,<br>1,6%Mg,<br>1,5%Fe, 1,4%Al | Αβεστοκοιλία με<br>εδαφικό υλικό<br>-<br>Αβεσττιική άμμο                          |
| NAI-16 | Θεικές κορυφές                                                                                                             | 29,3%Ca,<br>19,6%S,<br>5,6%Na,<br>2,3% Mg                                              | -                                      | -                                                | Γυψοκοιλία                                                                        |
| NAI-17 | Αβεσττιικές<br>κορυφές με<br>υδραυλικά<br>υδατικά –<br>αβεσττιική και<br>πυριτική άμμο                                     | 21,7%Ca,<br>10,7%Si,<br>8,0%Mg,<br>3,4%Na,<br>2,0%Al,<br>1,9%Cl,<br>1,1% K,<br>1,0% Fe | -                                      | -                                                | Επισκευαστικό<br>αβεστοκοιλία με<br>τοιχέτο<br>-<br>πυριτική / αβεσττιική<br>άμμο |
| NAI-18 | Αβεσττιικές<br>κορυφές με<br>υδραυλικά<br>υδατικά<br>Αβεσττιικές<br>αργιλοπυριτικές<br>κορυφές με<br>υδατικά και<br>σιπικά | 20,8%Ca,<br>8,7%Si,<br>6,6%Mg,<br>3,4%Al,<br>3,3%Na,<br>3,2%S,<br>2,4%Fe,<br>1%Cl, 1%K | -                                      | -                                                | Επισκευαστικό<br>αβεστοκοιλία με<br>κεραμικά, τοιχέτο και<br>γύψο.                |
| NAI-19 | Αβεσττιικές<br>κορυφές με<br>αργιλοπυριτικές<br>υδατικά και<br>σιπικά                                                      | 20,1%Ca,<br>8,8%Mg,<br>6,4%Si,<br>2,5%Cl,<br>2,5%Na                                    | -                                      | -                                                | Αβεστοκοιλία με<br>μικρή υδραυλικότητα<br>και έντονη θρόο                         |
| NAI-20 | Αβεσττιικές και<br>αργιλοπυριτικές<br>κορυφές                                                                              | -                                                                                      | -                                      | -                                                | Εδαφικό υλικό με<br>αβέστη                                                        |
| NAI-21 | Αβεσττιικές<br>κορυφές με λίγα<br>υδραυλικά<br>υδατικά<br>-<br>Χαλαζιακή /<br>αβεσττιική άμμο                              | 39,9%Ca,<br>2,6%Si,<br>1,2%Mg                                                          |                                        |                                                  | Αβεστοκοιλία με<br>μικρή υδραυλικότητα<br>-<br>Χαλαζιακή /<br>αβεσττιική άμμο     |
| NAI-22 | Αβεσττιικές<br>κορυφές με λίγα<br>υδραυλικά<br>υδατικά                                                                     | 34,6% Ca,<br>3,3%Si,<br>2,1%Mg,<br>1,1%Fe,<br>1,0%Al                                   |                                        |                                                  | Αβεστοκοιλία με<br>μικρή υδραυλικότητα                                            |
| NAI-23 | Αβεσττιικές<br>κορυφές με<br>υδραυλικά<br>υδατικά                                                                          |                                                                                        |                                        |                                                  | Επισκευαστικό<br>αβεστοκοιλία με<br>κεραμικά και τοιχέτο                          |

Εργαστήριο Υλικών Πολιτιστικής Κληρονομιάς και Σύγχρονης Δόμησης  
 Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Πολυτεχνείο Κρήτης  
 www.machmob.tuc.gr, email: pmaravelaki@isc.tuc.gr, τηλ 2821037661, 7663  
 διεύθυνση : Κρήνη-Νόνη Μαράβελλακη

koviaua.

Το δείγμα αυτό παρουσιάζει χαμηλότερα ποσοστά "calcite" (35.92%) και "quartz" (32.91%) από τα υπόλοιπα. Το σημειωτικό είναι η παρουσία "dipside" (20.99%) και "anorthite" (10.18%). Ο "dipside" είναι κεφαλική φάση από την αντίπαση  $2\text{CaO}+2\text{SiO}_2 \rightarrow \text{Ca}_2\text{Si}_2\text{O}_6$  και ο "anorthite"  $\text{CaO}+2\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ . Τα ορυκτά αυτά οφείλονται στην παρουσία κεφαλικών στο

ΕΤ-ΙΔΝ

τακτοποιήθηκαν ως δολμιακοί αβεστοίλοι.

Το υψηλό ποσοστό "calcite" (85.82%) καθώς και το ποσοστό του "quartz" (13.53%) (αποτελούν το 99.35% της συνολικής μάζας) είναι χαρακτηριστικό των ασβεστωμένων πετρωμάτων. Η παρουσία των μικροκρυσταλλικών ορυκτών, όπως είναι η "dolomite" (0.37%) και η "pyrite" (0.24%), είναι χαρακτηριστική των ασβεστωμένων πετρωμάτων. Η παρουσία των μικροκρυσταλλικών ορυκτών, όπως είναι η "dolomite" (0.37%) και η "pyrite" (0.24%), είναι χαρακτηριστική των ασβεστωμένων πετρωμάτων.

**NAP1-21**

δὲ ἕν ἡ καθὼς τὸ "halite" ἀποτελεῖ ἓνα οὐκτό ἀλάς.

To ψηφισμένο ποσοστό "calite" (79,64%) καθώς και το ποσοστό του "quantz" (18,96%) μες εντρύψιν να θεμελιώσων την υπέρθεση του αββατοκοινοβουλευτικού ητκρής υδραυλικόττας με πικρικα/χαλζιακα δαμαζώντα. Η παρουσία "haite" (1,4%) συνδέεται με το ψήφισμα ποσοστό σε άλλα ομοιογενή ομολογικά.

## NAJ-19

[illegible]

Το υψηλό ποσοστό “calcite” (93.9%) καθώς και το ποσοστό του “quartz” (5.42%) υποστηρίζει την

**NAP1-02**

|         |        |         |          |        |          |        |           |
|---------|--------|---------|----------|--------|----------|--------|-----------|
| SAMPLE  | QUARTZ | CALCITE | DOLomite | HALITE | DIOPSIDE | ALBITE | ANORTHITE |
| NAP1-2  | 5.42   | 93.9    | 0.69     | -      | -        | -      | -         |
| NAJ-19  | 18.96  | 79.64   | -        | 1.4    | -        | -      | -         |
| NAP1-21 | 13.53  | 85.82   | 0.37     | -      | -        | 0.27   | -         |
| NAP1-13 | 35.92  | 32.91   | -        | -      | 20.99    | -      | 10.18     |
| NAP1-22 | 5.51   | 93.22   | 1.27     | -      | -        | -      | -         |
| NAP-15  | 4.68   | 94.67   | 0.65     | -      | -        | -      | -         |

Πίνακας 5: Αποτελέσματα ανάλυσης XRD.

Η ποιοτική και ποσοτική συστήτηση των διεγερμάτων δίνεται στο παρακάτω Πίνακα:

Μετρήθηκαν 6 δείγματα με το περιβάλλον μετρούμενο κόνεως ακτίνων-X, D8-Advance της εταιρείας BRUKER, με λυχνία χαλκού και φίλτρο Νικαίου, με μέτρηση πολλαπλών καναλιών. Η ποιοτική ανάλυση έγινε με το λογισμικό DIFFRAC.EVA (Bruker) και η ποσοτική με το λογισμικό DIFFRAC.TOPAS (Bruker).

### 3.4. Ορυκτολογική ανάλυση XRD

[illegible]

ΕΡΕΥΝΗΤΡΙΟ ΤΕΛΙΚΩΝ ΜΕΤΑΠΟΙΙΣΤΕΥΣΕΩΝ ΚΑΙ ΔΥΣΛΕΞΙΑΣ  
 ΖΧΟΔΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ  
[www.machmobiuc.gr](mailto:www.machmobiuc.gr), email: [pmaraelaki@isc.iuc.gr](mailto:pmaraelaki@isc.iuc.gr) τηλ 2821037661,7663  
 ΔΙΕΥΘΥΝΤΡΙΑ : ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΔΑ ΠΑΥΛΑ-ΝΩΝ ΜΑΡΑΒΕΛΑΚΗ

**MACHMOB**  
Materials for  
Cultural Heritage  
& Modern Building





| Δείγμα | % Ανοικτό πορώδες |
|--------|-------------------|
| NAl-1  | 24,7              |
| NAl-2  | 55,3              |
| NAl-3  | 39,7              |
| NAs-5  | 11,8              |
| NAs-7  | 8,5               |
| NAs-8  | 3,7               |
| NAl-9  | 83,1              |
| NAs-10 | 22,5              |
| NAs-11 | 7,3               |
| NAs-12 | 6,5               |

Πίνακας 6: Ανοικτό πορώδες δειγμάτων

Για το δείγμα NAl-13, το πολύ χαμηλό ποσοστό πόρων οφείλεται στο ότι επιλέχθηκε ένα κομμάτι κεραμικού (και όχι κοινάματος) για τη μέτρηση.

Η σε μικρή ποσότητα δείγματος που μετρήθηκε. και θα μελετηθούν περαιτέρω για να διαπιστωθεί αν αυτό οφείλεται σε ανομοιογένεια της μήτρας απορρόφησης ή σε διαφορετικές παραμορφώσεις στον Πίνακα 4. Τα δείγματα παρουσιάζουν κυμαινόμενο πορώδες μέτρηση του ανοιχτού πορώδους καθώς τα δείγματα ήταν σε πολύ μικρή ποσότητα. Τα σε νερό για 48 ώρες. Στα δείγματα NAl-4, NAl-6 και NAl-20 δεν ήταν εφικτό να πραγματοποιηθεί στα δείγματα των κοινάματων προσδιορίστηκε το ανοικτό πορώδες έπειτα από την εμβάπτιση τους

### 3.5.1- Προσδιορισμός υγρασίας και πορώδους

## 3.5. Φυσικές Ιδιότητες

αβέστη ή ότι στο κοινάμα εμπεριέχονται δολομιτικά άδρανη. αδρανή. Η παρουσία "dolomite" (0.65%) μάς κατευθύνει στην υπόθεση της ύπαρξης δολομιτικού την άποψη ότι πρόκειται για αβέστοκοινάμα με μικρή υδραυλικότητα με πυριτικά/χαλαζικά Όμοιος το υψηλό ποσοστό "calcite" (94.67%) καθώς και το ποσοστό του "quartz" (4.68%) ενισχύει

## NAl-15

αβέστολιθοι. δολομιτικά αδρανή, καθώς για δείγματα λίθων από την περιοχή τακτοποιήθηκαν ως δολομιτικοί μας κατευθύνει στην υπόθεση της ύπαρξης δολομιτικού αβέστη ή ότι στο κοινάμα εμπεριέχονται παρουσία "dolomite" (1.27%, το μεγαλύτερο ποσοστό "dolomite" στα δείγματα που αναλύθηκαν) ότι πρόκειται για αβέστοκοινάμα με μικρή υδραυλικότητα με πυριτικά/χαλαζικά αδρανή. Η Το υψηλό ποσοστό "calcite" (93.22%) καθώς και το ποσοστό του "quartz" (5.51%) ενισχύει την άποψη

## NAl-22

Εργαστήριο Υλικών Πολιτιστικής Κληρονομιάς και Σύγχρονης Δόμησης  
Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Πολυτεχνείο Κρήτης  
www.machmob.tuc.gr, email: pmaravelaki@isc.tuc.gr, τηλ 2821037661, 7663  
Διευθύντρια : Καθηγήτρια Πάωλα Μαράβεζακη

| Δείγμα     | Πυκνότητα<br>(gr/mL) |
|------------|----------------------|
| NAP1-1     | 1,82                 |
| NAP1-2     | 1,63                 |
| NAP1-3     | 1,52                 |
| NAS-5      | 2,64                 |
| NAS-7      | 1,55                 |
| NAS-8      | 1,59                 |
| NAJ-9      | 1,50                 |
| NAS-10     | 1,78                 |
| NAS-11     | 2,05                 |
| NAS-12     | 0,74                 |
| NAP1-13    | 0,49                 |
| NAS-14     | 1,07                 |
| NAR-15     | 1,04                 |
| NAJ-16     | 1,47                 |
| NAP1-17-18 | 1,91                 |
| NAJ-19     | 1,80                 |
| NAP1-21    | 1,98                 |
| NAP1-22-23 | 1,49                 |

Πίνακας 7: Φαινόμενη πυκνότητα δειγμάτων

Η φαινόμενη πυκνότητα μετρήθηκε με βύθιση των δειγμάτων σε νερό για 48 ώρες και με μέτρηση λίθων. Τα αποτελέσματα των δειγμάτων NAS-12 και NAS-14 είναι χαμηλά για αβυσσολίθο. Για το δείγμα NAP1-13, η πολύ χαμηλή πυκνότητα οφείλεται στο ότι επιλέχθηκε ένα κομμάτι κεραμικού (και όχι κονιάματος) για τη μέτρηση.

### 3.5.2. Προσδιορισμός πυκνότητας

|            |      |
|------------|------|
| NAP1-22/23 | 31   |
| NAP1-21    | 46   |
| NAJ-19     | 29,7 |
| NAP1-17/18 | 29,7 |
| NAJ-16     | 74,7 |
| NAR-15     | 41,3 |
| NAS-14     | 9,1  |
| NAP1-13    | 9,7  |



Εργαστήριο Υλικών Πολιτιστικής Κληρονομιάς και Σύγχρονης Δόμησης  
Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Πολυτεχνείο Κρήτης  
[www.machmob.tuc.gr](http://www.machmob.tuc.gr), email: [pmaraveleki@isc.tuc.gr](mailto:pmaraveleki@isc.tuc.gr), τηλ 2821037661, 7663  
Διευθύντρια : Καθηγήτρια Πάωλα Νόνη Μαπαβεάκη





**NAI-15**

Το δείγμα NAI-15 (θόλος Δυτικά Νέωρια – στρώμα 3) είναι αβεστοκονίαμα με χαμηλή υδραυλικότητα. Τα αδρανή του είναι μεγάλων κεραικών κομμάτια που πιθανότατα δίνουν στο κονίαμα μια μικρή υδραυλικότητα. Προέρχεται από το ίδιο κονίαμα με το δείγμα 22.

**NAI-13****Γ. Πλάκα κονιάματος επιχρίσματος με βάση τον αβέστη με μικρή ή καθόλου υδραυλικότητα.**

Το δείγμα NAI-04 είναι πιθανώς ένα κομμάτι ημ αναμεμιγμένου αβέστη που περιέχει επίσης ίχνη από το κονίαμα με βάση τον αβέστη και το λευκό τσιμέντο από τη δεκαετία του '70 του 20ού αιώνα.

**NAI-04**

Το δείγμα NAI-03 περιλαμβάνει κομμάτια του αρχικού κονιάματος (NAI-02) και του κονιάματος αποκατάστασης με βάση αβέστη και λευκό τσιμέντο από τη δεκαετία του '70 του 20ού αιώνα.

**NAI-03****Β. Χαμηλή υδραυλική απόδοσης κονιάματα αποκατάστασης που πιθανότατα να περιλαμβάνουν ποσότητα λευκού τσιμέντου Δανίας.**

Το δείγμα NAI-18 είναι ένα κονίαμα αποκατάστασης της δεκαετίας και αποτελείται από αβέστη, λευκό τσιμέντο, σκόνη και κομμάτια κεραικών (κουρασάκι), γύψο, αβεστοκονίαμα/πυριτικά αδρανή. Η μεγάλη ποσότητα υλικών εξηγείται από τη χρήση του.

**NAI-18**

Το δείγμα NAI-17 είναι ένα κονίαμα αποκατάστασης της δεκαετίας και αποτελείται από αβέστη, λευκό τσιμέντο και αβεστοκονίαμα/πυριτικά αδρανή. Η μεγάλη ποσότητα υλικών εξηγείται από την παρουσία του στη δεκαετία του 20ού αιώνα.

**NAI-17**

Το δείγμα NAI-01 είναι ένα κονίαμα αποκατάστασης που αποτελείται από αβέστη, λευκό τσιμέντο, κεραικά κομμάτια και σκόνη (κουρασάκι), οξείδιο του σιδήρου (για χρώμα) καθώς και χαλάζια και αβεστοκονίαμα. Προέρχεται από την αναστήλωση που έγινε τη δεκαετία του '70 του 20ού αιώνα.

**NAI-01****Α. Τα υψηλής υδραυλικής απόδοσης κονιάματα αποκατάστασης πιθανότατα να περιλαμβάνουν ποσότητα λευκού τσιμέντου Δανίας. Η υπόθεση του τσιμέντου συμπληρεί με τις προτάσεις κονιάματος στη μελέτη αποκατάστασης Νέωριων Ηρακλείου - μελέτη εφαρμογής 1998 (Ο.Α.Ν.Α.Κ.).**

Τα δείγματα κονιάματος έχουν μεγάλη ποικιλομορφία και προέρχονται από διαφορετικές περιόδους. Έχουν ταξινομηθεί σε 5 κατηγορίες :

**3.6. Συμπέρασμα ανάλογων κονιάματων**

Εργαστήριο Υλικών Πολιτιστικής Κληρονομιάς και Σύγχρονης Δόμησης  
 Έχολη Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Πολεοδομίας Κρήτης  
 www.machmob.tuc.gr, email: pmatevelaki@isc.tuc.gr, τηλ 2821037661, 7663  
 Διεύθυνση : Καθηγήτρια Πάωλα-Νόνη Μαπαβελάκη





Εργαστήριο Υλικών Πολιτιστικής Κληρονομιάς και Σύγχρονης Δόμησης  
Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Πολυτεχνείο Κρήτης  
www.machmob.tuc.gr, email: pmaravelaki@isc.tuc.gr, τηλ 2821037661, 7663  
Διευθύντρια : καθηγήτρια Πάωλα-Νόνη Μαργαβλάκη

MachMob  
Materials for  
Cultural Heritage  
& Modern Building



Το δείγμα NAf-15 (θόλος Δυτικά Νεώρια – στρώμα 1) είναι αβεστοκονίαμα χωρίς υδραυλικότητα. Ο αβεστός είναι αναμεμιγμένος με μεγάλη ποσότητα εδαφικού υλικού και σιδήρου. Τα αδρανή του είναι μεγάλου μεγέθους (σημαντικό πάχος του κονιάματος) και αβεστρικά.

#### NAf21

Το δείγμα NAf21 (θόλος Δυτικά Νεώρια – στρώμα 2) είναι αβεστοκονίαμα με μικρή υδραυλικότητα. Τα αδρανή του είναι αβεστρικά και χαλαζία.

#### NAf22

Το δείγμα NAf22 (θόλος Δυτικά Νεώρια – στρώμα 3) είναι αβεστοκονίαμα με χαμηλή υδραυλικότητα. Τα αδρανή του είναι μεγάλα κεραμικά κομμάτια που πιθανότατα δίνουν στο κονίαμα μια μικρή υδραυλικότητα. Προέρχεται από το ίδιο κονίαμα με το δείγμα 13.

#### Δ. Πλάκα κονιάματος αμμου

#### NAf19

Το δείγμα NAf-19 είναι ένα κονίαμα αμμών με βόση τον αβεστό, πολύ χαμηλής συνοχής που περιλαμβάνει επίσης μεγάλη ποσότητα πυρίτιου και χαλαζία που προέρχονται από τα αδρανή του ή από την προσθήκη δολομιτικού αβεστόλιθου.

#### NAf20

Το δείγμα NAf-20 είναι ένα κονίαμα αμμών με βόση το χώμα και τον αβεστό.

#### Ε. Γυφοκονίαμα

#### NAf09 - NAf16

Τα κονιάματα NAf09 και NAf16 έχουν παρόμοια σύνθεση, αποτελούνται σχεδόν αποκλειστικά από γύψο. Το δείγμα NAf09 έχει επίσης μια σημαντική ποσότητα κακώς αναμεμιγμένων φυτικών ινών που μπορεί να είναι βαμβάκι, κάνναβη ή λινάρι.

#### Αρροδόριστα κονιάματα

#### NAf-06

Το δείγμα NAf-06 είναι ένα κονίαμα με βόση τον αβεστό που έχει έρθει σε επαφή με ένα κομμάτι σιδήρου, εξ ου και η σημαντική ποσότητα σκουριάς. Αυτή η σημαντική ποσότητα σκουριάς καθιστά δύσκολη τη διεξαγωγή πρόσθετης ανάλυσης.

#### NAf23

Το δείγμα NAf23 είναι αβεστοκονίαμα πολύ υψηλής υδραυλικότητας με κεραμικά κομμάτια και κεραμική σκόνη (κουρασάνι). Λόγω της μικρής ποσότητας του δείγματος, δεν ήταν δυνατό να εκτιμηθεί εάν υπήρχε παρούσα λειοκονισμένη.

Τα δείγματα λίθων χωρίζονται σε τρεις τύπους:





## I. Αοβεστόλθοι

### **NAS-05**

Το δείγμα NAS-05 είναι ένας σκληρός αοβεστόλθος σε μπεζ/καφέ χρώμα.

### **NAS-12**

Το δείγμα NAS-12 είναι ένας σκληρός κίτρινος/πορτοκαλί αοβεστόλθος.

## II. Δολομυτικός αοβεστόλθος

### **NAS-07**

Το δείγμα NAS-07 είναι ένας σκληρός δολομυτικός αοβεστόλθος (Μαγνήσιο: 10,72%) λευκού χρώματος.

### **NAS-08**

Το δείγμα NAS-08 είναι ένας σκληρός δολομυτικός αοβεστόλθος (Μαγνήσιο: 10,91%) με χρώμα μπεζ/καφέ.

### **NAS-14**

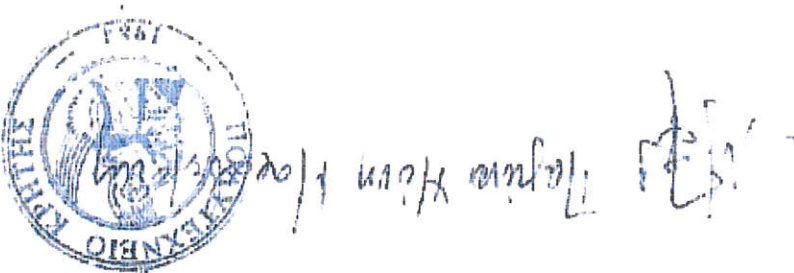
Το δείγμα NAS-14 είναι ένας σκληρός δολομυτικός αοβεστόλθος (Μαγνήσιο: 7,80%) με ποζ/μπεζ χρώμα.

## III. Ψαμίτες

### **NAS-11**

Το δείγμα NAS-11 είναι ένας σκληρός ψαμίτης (Πυρίτιο: 4,28%) με χρώμα μπεζ/καφέ.

Στη σύγκριση των αποτελεσμάτων βοήθησαν πολύ οι αναλύσεις του Ινστιτούτου Ι.Γ.Μ.Ε (Β. Περιδικάκης, Ε. Δήμιου) που έγιναν το 1998 στο πλαίσιο της μελέτης ανακαίνισης Νεώρων Ηράκλειου.



Βιβλιογραφία

1. Moropoulou, A. Bakolas, K. Bisbikou, Characterization of ancient, byzantine and later historic mortars by thermal and X-ray diffraction techniques, Thermochimica Acta, Volumes 269–270, 1995, 779-795



Εργαστήριο Υλικών Πολιτιστικής Κληρονομιάς και Σύγχρονης Δόμησης  
Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Πολυτεχνείου Κρήτης  
www.machmob.tuc.gr, email: pmaravelaki@isc.tuc.gr, τηλ 2821037661, 7663  
Διευθύντρια : Καθηγήτρια Πάυλα-Νόνη Μαπαβελάκη

MACHMOB  
Materials for  
Cultural Heritage  
& Modern Building



2. Kallithrakas-Kontos, N., Foteinis, S., Paigniotaki, K. et al. A robust X-ray fluorescence technique for multielemental analysis of solid samples. Environ Monit Assess 188, 120 (2016). <https://doi.org/10.1007/s10661-016-5127-4>
3. Maravelaki-Kalaitzaki, A. Bakolas, A. Moropoulou, "Physico-chemical Study of Cretan Ancient Mortars", Cement and Concrete Research, 33/5, 2003, pp. 651-661
4. Maravelaki-Kalaitzaki, A. Bakolas, A. Moropoulou, "Physico-chemical Study of Cretan Ancient Mortars", Cement and Concrete Research, 33/5, 2003, pp. 651-661
5. Skoog, F. Holler, T. Nieman, Αρχές Ενόργανης Ανάλυσης, απόδοση στα ελληνικά: Μ.Ι. Καπαγιάδης, Κ.Η. Ευσταθίου, Ν. Χανιωτάκης, Εκδόσεις Κωσταράκη, Αθήνα, 2002
6. Χ.Μ. Καμπιδάκη, Έλεγχος χημικής σύμβατότητας και βελτίωση στερεωτικών λίθου με ναυοτεχνολογία, Διδακτορική Διατριβή, Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών, Πολυτεχνείο Κρήτης, 2015
7. Maravelaki-Kalaitzaki, A. Bakolas, A. Moropoulou, "Physico-chemical Study of Cretan Ancient Mortars", Cement and Concrete Research, 33/5, 2003, pp. 651-661
8. Ji, Junfeng & Ge, Yun & Balsam, William & Damuth, John & Chen, Jun. (2009). Rapid identification of dolomite using a Fourier Transform Infrared Spectrophotometer (FTIR): A fast method for identifying Heinrich events in IODP Site U1308. Marine Geology. 258. 60-68. 10.1016/j.margeo.2008.11.007.
9. Estimation of Gypsum- Calcite Percentages Using a Fourier Transform Infrared Spectrophotometer (FTIR), in Alexandria Gypsiferous Soil -Iraq Moutaz Al Dabbas. 10. S. Shoval, Using FT-IR spectroscopy for study of calcareous ancient ceramics, Optical Materials, Volume 24, Issues 1–2, 2003, Pages 117-122, ISSN 0925-3467, [https://doi.org/10.1016/S0925-3467\(03\)00114-9](https://doi.org/10.1016/S0925-3467(03)00114-9).
11. Μ. Τζιότζιου, Μελέτη του μηχανισμού πήξης κοινάματων τύπου αβέστη-φυσικής ποζολλάνης, Διδακτορική Διατριβή, Πολυτεχνείο Κρήτης, 201314.
12. ChangC., SommerfeldT.c., CarefootJ.M., ScaalJB. Relationships of electrical conductivity with total dissolved saltsand cation concentration of sulfate dominant soil extracts. s.l.: Can.J.Soil, 1983. pp.19-86.15.
13. P.Maravelaki-Kalaitzaki,A.Bakolas,A.Moropoulou,"Physico- chemical Study of Cretan Ancient Mortars", Cement and Concrete Research,33/5,2003,pp.651-661.



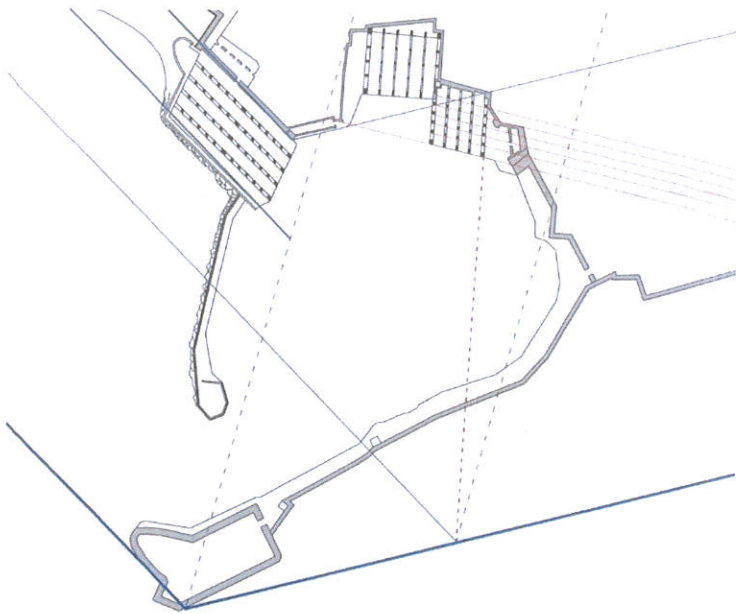




Εργαστήριο Υλικών Πολιτιστικής Κληρονομιάς και Σύγχρονης Δόμησης  
Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Πολυτεχνείο Κρήτης  
www.machmob.tuc.gr, email: pmaravelaki@tuc.gr, τηλ 2821037661,7663  
Διευθύντρια : Καθηγήτρια Πάωλα-Νόνη Μαράβελaki



## ΝΕΟΡΙΑ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ: ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ & ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΔΟΜΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ



Ερευνητική ομάδα:

Επιστημονικά Υπεύθυνη: Καθηγήτρια Πάωλα-Νόνη Μαράβελaki

Μέλη ομάδας:

Καλή Καπετανάκη, Πολιτικός Μηχανικός MSc.

Χάρης Γρυπάρης, Χημικός MSc., PhD

Claire Oiry, Αρχιτέκτων Μηχανικός MSc.

Απρίλιος 2023

MachMob  
Materials for  
Cultural Heritage  
& Modern Building





|                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.1. Συμπεράσματα ανάληψης κοινοτήτων                                          | 3  |
| 2. Πρόταση κοινοτήτων αποκατάστασης                                            | 6  |
| 2.1. Παρουσίαση πρώτων υλών                                                    | 8  |
| 2.2. Προτάσεις σύνθεσης κοινοτήτων                                             | 9  |
| 2.3. Περιγραφή εφαρμογής κοινοτήτων                                            | 12 |
| 3. Προτάσεις επέμβασης για την μείωση των φαινομένων φθοράς των δομικών υλικών | 14 |
| 4. Βιβλιογραφία                                                                | 17 |
| Εισαγωγή                                                                       | 3  |



Εργαστήριο Υλικών Πολιτιστικής Κληρονομιάς και Σύγχρονης Δόμησης  
 Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Πολυτεχνείο Κρήτης  
[www.machmob.tuc.gr](http://www.machmob.tuc.gr), email: [pmaravelelaki@tuc.gr](mailto:pmaravelelaki@tuc.gr), τηλ 2821037661, 7663  
 Διευθύντρια: Καθηγήτρια Παύλα Μαράβελακη



Η παρούσα ανακοίνωση αφορά παροχές υπηρεσιών σε ασθενείς και συνοδούς τους που εισέρχονται στο νοσοκομείο με σκοπό την αντιμετώπιση της νόσου COVID-19. Η παρούσα ανακοίνωση αφορά παροχές υπηρεσιών σε ασθενείς και συνοδούς τους που εισέρχονται στο νοσοκομείο με σκοπό την αντιμετώπιση της νόσου COVID-19.

Περὶ ἁποφαινεῖται:

- 10 մասնաճյուղեր և 10 մասնաճյուղեր
- 10 մասնաճյուղեր և 10 մասնաճյուղեր

[illegible]

Με βάση τον παρακάτω πίνακα, να απαντήσετε στις ερωτήσεις που ακολουθούν, αναγράφοντας τον αριθμό της σωστής απάντησης (1, 2, 3, 4 ή 5) στο τετράγωνο που βρίσκεται δίπλα στην ερώτηση. Η σωστή απάντηση είναι η 3.

## 1.1. Ζητήματα ανάστασης

ΕΧΟΥΝ ΤΑΙΣΟΜΗΘΕΙ ΣΕ 5 ΚΑΤΗΛΟΓΟΥΣ :

**A. To ψηφίζοντας τις προτάσεις που ακολουθούν, να επιλέξετε αν είναι σωστό ή λάθος.**

**Napi-01:** Το δείγμα Napi-01 είναι ένα κομμάτι από ακατέτακτης που αποθηκεύεται από το ελκυστικό, λαμβάνοντας το, κρατάται και κομμάτι και σκόνη (κουπαδάκι), ορίζεται το σιδηρό που (για) (χωρίς) (και) και χάλυβα και αβασταλάει. Προέρχεται από την αναστολή που ελγιάζει το 70 τοις χιλίοις αιώνα.

2009 αιώνα.

[illegible]

δοτήτων συδαιούτων νιρκαῶν αλφῶν.



**NAJ-06:** Το δέλιμα NAJ-06 είναι ένα κολίμα με βάση τον αβέστη που έχει έρθει σε επαφή με ένα κομμάτι σιδήρου, εξ ου και η σημερινή παρουσία σκουριάς. Αυτή η σημερινή παρουσία σκουριάς καθιστά δύσκολη τη διεξαγωγή πρόσθετης ανάλυσης.

#### Αποσώματα κολίματα

**NAJ09 - NAJ16:** Τα κολίματα NAJ09 και NAJ16 έχουν παρόμοια σύνθεση, αποτελούνται σχεδόν αποκλειστικά από γύψο. Το δέλιμα NAJ09 έχει επίσης μια σημερινή ποσότητα καλώς αναμεμιγμένων φυτικών ινών που μπορεί να είναι βαμβάκι, κάνναβη ή λινάρι.

#### Ε. Ύψοκολίματα

**NAJ20:** Το δέλιμα NAJ-20 είναι ένα κολίμα αμύων με βάση το χώμα και τον αβέστη. Η από την προσθήκη δολομιτικού αβέστη.

**NAJ19:** Το δέλιμα NAJ-19 είναι ένα κολίμα αμύων με βάση τον αβέστη, πολύ χαμηλής συνοχής που περιλαμβάνει επίσης μεγάλη ποσότητα πυρίτου και χαλαζία που προσερχόταν από τα άδρανή του.

#### Δ. Πλάι κολίματα αμύων

**NAJ22:** Το δέλιμα NAJ22 (θόλος Δυτικά Νέωρια – στρώμα 3) είναι αβέστοκονίαμα με χαμηλή υδραυλικότητα. Τα άδρανή του είναι μεγάλα κεραμικά κομμάτια που πιθανότατα δίνουν στο κολίμα μια μικρή υδραυλικότητα. Προέρχεται από το ίδιο κολίμα με το δέλιμα 13.

**NAJ21:** Το δέλιμα NAJ21 (θόλος Δυτικά Νέωρια – στρώμα 2) είναι αβέστοκονίαμα με μικρή υδραυλικότητα. Τα άδρανή του είναι αβέστια και χαλαζία.

**NAJ-15:** Το δέλιμα NAJ-15 (θόλος Δυτικά Νέωρια – στρώμα 1) είναι αβέστοκονίαμα χωρίς υδραυλικότητα. Ο αβέστης είναι αναμεμιγμένος με μεγάλη ποσότητα εδαφικού υλικού και σάχης. Τα άδρανή του είναι μεγάλα (σημαντικό πάχος του κολίματος) και αβέστια.

**NAJ-13:** Το δέλιμα NAJ22 (θόλος Δυτικά Νέωρια – στρώμα 3) είναι αβέστοκονίαμα με χαμηλή υδραυλικότητα. Τα άδρανή του είναι μεγάλα κεραμικά κομμάτια που πιθανότατα προσδίδουν στο κολίμα μια μικρή υδραυλικότητα. Προέρχεται από το ίδιο κολίμα με το δέλιμα 22.

#### Γ. Πλάι κολίματα επιχρίματος με βάση τον αβέστη με μικρή ή καθόλου υδραυλικότητα.

**NAJ-04:** Το δέλιμα NAJ-04 αποτελείται από μια καλώς αναμεμιγμένο αβέστη από το ιστορικό κολίμα που περιέχει επίσης λευκό τσιμέντο από την επέμβαση της δεκαετίας του 1970.

**NAJ-03 :** Το δέλιμα NAJ-03 περιλαμβάνει κομμάτια του αρχικού κολίματος (NAJ-02) και του κολίματος αποκατάστασης με βάση αβέστη και λευκό τσιμέντο, που έγινε τη δεκαετία του 1970.

ποσότητα λευκού τσιμέντου δαλάς.

#### Β. Χαμηλή υδραυλική απόδοση αποκατάστασης που πιθανότατα να περιλαμβάνουν

**NAJ-18:** Το δέλιμα NAJ-18 είναι ένα κολίμα αποκατάστασης της δεκαετίας και αποτελείται από αβέστη, λευκό τσιμέντο, σκόνη και κομμάτια κεραμικού (κουρασάνι), γύψο, αβέστια/πυρίκα άδρανή. Η μεγάλη ποσότητα υλικών εζηγείται από τη χρήση του.

Εργαστήριο Υλικών Πολιτιστικής Κληρονομιάς και Σύγχρονης Δόμησης  
Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Πολυτεχνείο Κρήτης  
www.machmob.tuc.gr, email: pmaraivelaki@tuc.gr, τηλ 2821037661, 7663  
Διευθυντής: Καθηγήτρια Παιώνα-Νόνη Μαρεβέλακη

- [illegible]

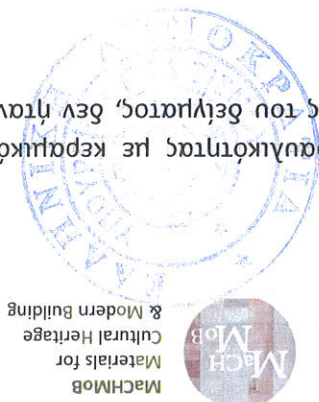
Τα δελτία λήσαν χθες βράδυ στο σταθμό του «Εθνικού Λογιστικού Κέντρου», όπου οι πληροφορίες και ψευδολογίες.

Από την σφραγίδα αναλύσαμε πως διεξήχθησαν προκλήσεις τα εξής συμπεράσματα:

**ΝΑΡ123:** Το δείγμα ΝΑ123 είναι ασβεστοκονιαία πούλη στην υδροαπόσταξη με κεραμικά κομμάτια και κεραμικά σκόνη (κουρσάδα). Ανόητη της δικής σου ποσοδότησης και δόσιν, δες ότι κομμάτια δεν υπάρχουν αλλά υπάρχουν.



Εργαστήριο Υακινθινών Πλατειοειδικής Κληρονομιάς και Σύγχρονης Δόμησης  Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Πολυτεχνείο Κρήτης  
[www.machmop.tuc.gr](http://www.machmop.tuc.gr), email: [pmaravelaki@tuc.gr](mailto:pmaravelaki@tuc.gr), τηλ. 2821037661, 7663  
Διευθύντρια : Καθηγήτρια Παύλωνα-Νόνη Μαραβέλακη





Στις απολήξεις των περιττωμάτων αρρογόδοιων, κυρίως στον όροφο της Δυτικής Αποθήκης, να αναρραφεί θυσιαζόμενο κοιλιακά, κατάλληλης σύστασης. Το κοιλιακά θα λινάει από άμμο, καβόλα και λινά, καθώς και ψάρες που θα προσκολληθούν οι αρρογόδοι.

(5) και υδραυλική επένδυση (4).  
Στην Εικόνα 1 παρουσιάζονται αναλυτικά τα προτεινόμενα στρώματα επικάλυψης των θόλων που προκύπτουν από επένδυση (3), (6) και (7), υδροπλάστη (2) και

- **Τελικό επίχρυσμα με ψάρα για την επίτευξη της αρχικής απόχρωσης (σε όλους τους θόλους - ΑΗΗΛΜ-Ο)**
- **Υδροπλάστη με ειδική αντιακαλική επίστρωση. Χρησιμοποιείται ως σπασμός επίστρωσης με επιβάρυνση βάρους  $110 \text{ g/m}^2$  και διάσταση ανοίγματος:  $10 \text{ mm} \times 10 \text{ mm}$ .**
- **Ενδιάμεση στρώση επίστρωσης με ίνες, πάχους  $1 \text{ cm}$ , σε όλους τους θόλους - ΑΗΗΗΛΠ-Β**
- **Βασική στρώση επίστρωσης για την εξομάλυνση των θόλων ενισχυμένο με ίνες και γαμπύλι, πάχους  $3 \text{ cm}$  - ΑΗΗΗΛΠ-Α**

Η πρόταση κοινωμάτων αποκτάται και στεγνώνει για τους θόλους περιλαμβανομένης εξής κατηγορίας:

- **Κοιλιακά πλίσσας κενών - ΑΗΠ02**
- **Κοιλιακά δομής ΑΗΠ01**

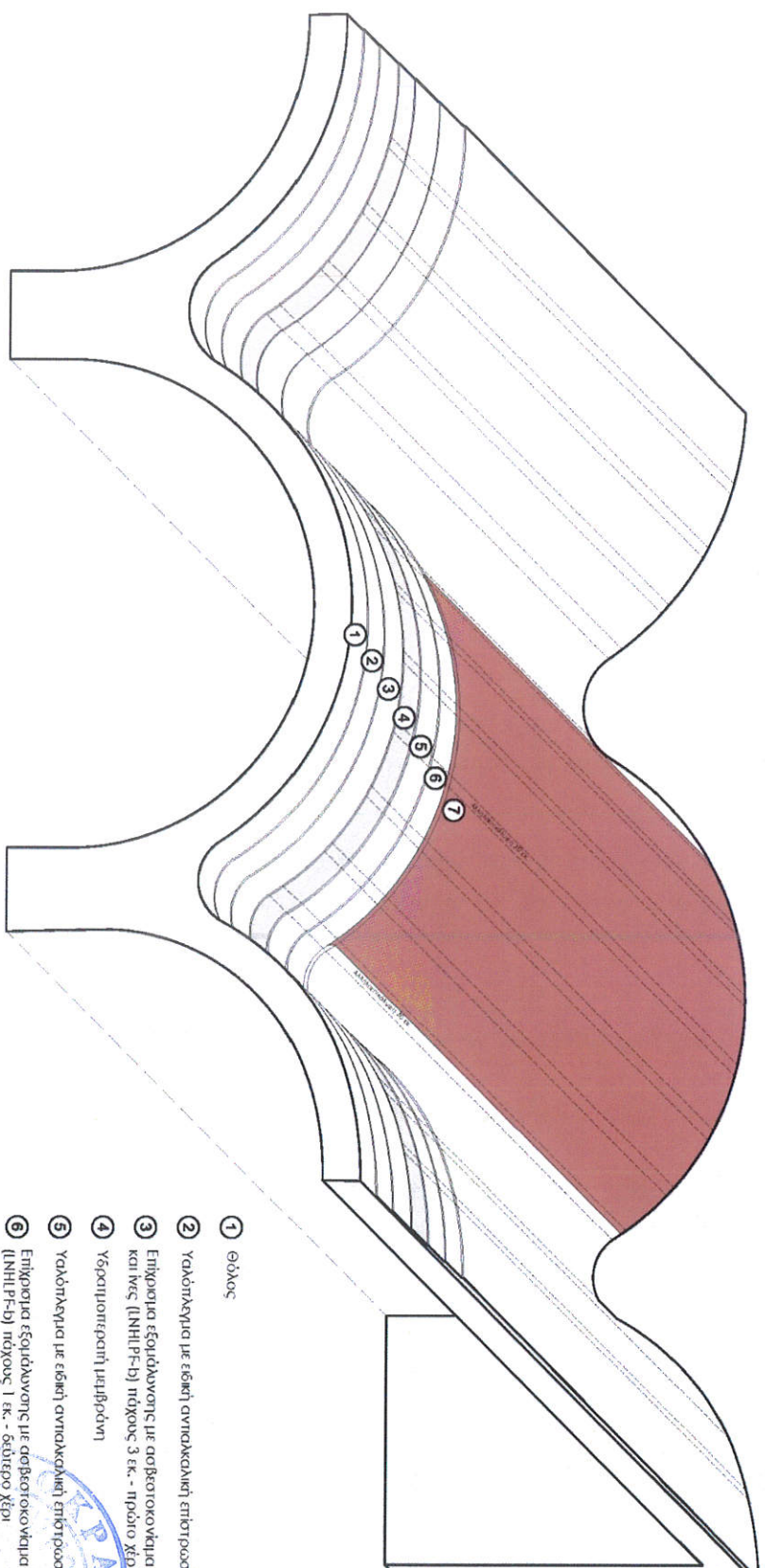
Η πρόταση κοινωμάτων αποκτάται για τις τοιχοποιίες περιλαμβανομένης εξής κατηγορίας:

Ειδικά σε κοινωμάτα με πλάτος πάχους επένδυσης και έκτασης.  
Προτείνεται στα μεν κοινωμάτα πλίσσας κενών και με πάχος η χρήση χονδρόκοκκων αδρανών, όπως γαμπύλι, ενώ για εξωτερικά αρρογόδοιων και επίστρωσης, προτείνεται χρήση μεσοκόκκων αδρανών και προσθήκη ινών για αποφυγή ρηγματώσεων.

## 2. Πρόταση κοινωμάτων αποκτάσης

Εργαστήριο Υλικών Πολιτιστικής Κληρονομιάς και Σύγχρονες Δόμησης  
Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Πολυτεχνείο Κρήτης  
www.machmob.tuc.gr, email: pmavalelaki@tuc.gr, τηλ 2821037661, 7663  
Διευθύντρια : Καθηγήτρια Νάνα Μαργαλάκη





- ① Θόλος
- ② Υαλοπλάγμα με ειδική αντιδιακριτική επίστρωση
- ③ Επικόλληση εξοδάνωσης με σφραγιστικό κτύμα με νορμινθ και ίνες (INH1 PF-b) πάχος 3 εκ. - πρώτο χέρι
- ④ Υφασματοποιημένη μεμβράνη
- ⑤ Υαλοπλάγμα με ειδική αντιδιακριτική επίστρωση
- ⑥ Επικόλληση εξοδάνωσης με σφραγιστικό κτύμα και ίνες (INH1 PF-b) πάχος 1 εκ. - δεύτερο χέρι
- ⑦ Τετακό κτύμα (INH1 MO) - πάχος 0,3 εκ.

# ΑΞΟΝΟΜΕΤΡΙΚΗ ΤΟΜΗ ΕΠΙΚΑΛΥΨΗΣ ΘΟΛΩΝ

Εικόνα1 : Αναλυτική περιγραφή συντήρησης των θόλων με εφαρμογή επιχρισμάτων (3), (6) και (7) , καθώς υαλοπλάγιματος (2) και (5) και υδρατμοπερατής μεμβράνης (4).

1-3-1



Υλικά που προτείνονται για τη σύνθεση των κονιαμάτων :

- Αερική Άσβεστος CL90, με περιεκτικότητα σε νερό  $\leq 70\%$  και  $\geq 45\%$ , κολλώδους υφής χωρίς ζέτες προσμίξεις και άλατα του αββεστίου. Θα πάρηται τις προϋποθέσεις σύμφωνα με το πρότυπο ΕΝΟΤ ΕΝ 459-1<sup>4</sup>.
- Φυσική Ποζολάνη. Η ποζολάνη θα είναι φυσική, λεπτοαλεσμένη (μεγιστού κόκκου 75  $\mu\text{m}$ , με το μεγαλύτερο ποσοστό κόκκων μικρότερο από 45  $\mu\text{m}$ , και θα έχει δείκτη ποζολανικότητας τουλάχιστον 5 MPa. Το υλικό θα είναι απαλλαγμένο από υδατοδιαλυτά αλάδια, ενώ τα διαθέσιμα αλάδια δεν θα υπερβαίνουν το 2%.
- Το κερμάλευρο και τα κερμάδια να είναι προϊόντα όπτησης σε θερμοκρασία μικρότερη των 900 °C, ούτως ώστε να διαθέτουν ποζολανικές ιδιότητες, να είναι απαλλαγμένα από οργανικές προσμίξεις, άλατα και υγρασία.
- Φυσική υδραυλική άσβεστος NHL 3.5
- Ποζολάνη: Θηρακική 0-75  $\mu\text{m}$  και μετσακολής 0-75  $\mu\text{m}$
- Οι άμμοι των κονιαμάτων θα ακολουθούν τα πρότυπα ΕΝΟΤ ΕΝ 12620 και το πρότυπο ΕΝΟΤ ΕΝ 13139, απαιτείται δε να έχουν πλήρη και ομαλή κοκκομετρική διαβάθμιση
- Άσβεστικά και πυριτικά αδρανή διαφορετικής κοκκομετρίας ανάλογα με το είδος του κονιαματος
- Διάφορα πρόσθετα κατά περίπτωση που δεν περιλαμβάνονται στη συμβατότητα των κονιαμάτων.

## 2.1. Παρουσίαση πρώτων υλών

Όλα τα υλικά που χρησιμοποιούνται είναι εξαιρετικά συμβατά με τα υλικά ισορικών μνημείων και κτιρίων, δεν περιέχουν τοξικά συστατικά, καθώς και χημικά συστατικά επιβλαβή για το κτίριο, τον άνθρωπο και τη φύση.

Ακολουθώντας τις αρχές συντήρησης και αποκατάστασης, επιδιώκοντας δε την επίτευξη των χαρακτηριστικών που αναλύθηκαν παραπάνω, οι πρώτες ύλες που θα χρησιμοποιηθούν είναι οι ακόλουθες:

### Τύπος κονιών:

- Αερική Άσβεστος (L)  
Η πρώτη ύλη πρέπει να έχει καθαρότητα (λινότερο από 6% προσμίξεις). Πρέπει δε να έχει υποστεί ενυδάτωση και ωρίμανση για τουλάχιστον 3 μήνες πριν χρησιμοποιηθεί σε κοινάματα.
- Φυσική υδραυλική άσβεστος τύπου NHL 3.5

Η υδραυλική άσβεστος έχει διαφορετικές συκνότητες που εξαρτώνται από την ποσότητα αραιώσεως που επιθυμεί, τη θερμοκρασία όπτησης κ.λπ. Η υδραυλική άσβεστος ζεσταίνεται με βάρη τη θλιπτική αντοχή της σε: NHL 2 - 3,5 - 5 (MPa). Η πλύνει της υδραυλικής άσβεστος είναι ταχύτητα από την υδραυλική, ενώ μετρίεται

- Ποζολανικά πρόσθετα







Εργαστήριο Υλικών Πολιτιστικής Κληρονομιάς και Σύγχρονης Δόμησης  
 Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Πολυτεχνείο Κρήτης  
 email: [pmaraklaki@tuc.gr](mailto:pmaraklaki@tuc.gr), τηλ 2821037661, 7663  
 διεύθυνση : καθγήντρια Πάωλα Μαράβελακη

MachMob  
 Materials for  
 Cultural Heritage  
 & Modern Building



2. Κατάλληλη εργασία (πάνω από μία ώρα) που θα συμβάλλει στην εφαρμογή σε μέρη δύσκολα προσβάσιμα.
3. Φυσικοχημική και μηχανική συμβατότητα με τον λίθο και τα αυθεντικά κοινάματα
4. Αυξημένη συνάφεια στην επιφάνεια λίθου
5. Χαμηλή συγκέντρωση διαλυτών αλάτων

Οι δοκιμές για τον προσδιορισμό των προηγούμενων χαρακτηριστικών είναι οι ακόλουθες:

1. Προσδιορισμός του χρόνου εργασιότητας<sup>6</sup>.
2. Προσδιορισμός αντοχής σε κάμψη<sup>7</sup>.
3. Προσδιορισμός αντοχής σε ανηγμένο θλίψη<sup>8</sup>.
4. Προσδιορισμός αντοχής σε θλίψη και στατικό μέτρο ελαστικότητας σε κυλινδρικά δοκίμια<sup>9</sup>.
5. Προσδιορισμός αντοχής σε άμεσο εφελκυσμό<sup>10</sup>.
6. Προσδιορισμός χαρακτηριστικών μικροδομής με την πορομετρία υδραγλύρου σε χρωκδό διαστήματα όπου το σύστημα έχει σταθεροποιηθεί χημικά<sup>11</sup>.
7. Προσδιορισμός υδρομετρικών χαρακτηριστικών με τη δοκιμή της τριχοειδούς αναρρίχησης σε χρωκδό διαστήματα όπου το σύστημα έχει σταθεροποιηθεί χημικά (UNI EN 15801 (English/Italian): Conservation of cultural property - Test methods - Determination of water absorption by capillarity, 2010)<sup>12</sup>.
8. Μέτρηση αγωγιμότητας στις κοιλές, στα αδρανή και στο τελικό κοιλίμα, εφόσον κριθεί απαραίτητο<sup>13</sup>.
9. Ανεκτικότητα στην κρυστάλλωση αλάτων<sup>14</sup>.
10. Τα προτεινόμενα κοινάματα θα έχουν αντοχές από 1-12 MPa.

## 2.2.1. Αναλογίες πρώτων υλών

Οι αναλογίες των πρώτων υλών για τα κοινάματα δομής, πλήρωσης κενών και για την υγραμότητα των θόλων αναγράφονται στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1: Συστατικά κονιμάτων % κατά βάρος

| Κονιάματα δομής, πλήρωσης και ένεμα                                                                                                                                             |         |                     |                     |          |                          |                        |                  |                         |                    |                         |                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------------------|---------------------|----------|--------------------------|------------------------|------------------|-------------------------|--------------------|-------------------------|-------------------|
| Πρώτες ύλες                                                                                                                                                                     | NHL 3.5 | Αερική Άσβεστος (L) | Κεραμικό 0-2 mm (P) | Θ.Γ. (P) | Ασβεστοεική άμμος 0-4 mm | Ποταμίδια άμμος 0-4 mm | Γαρυτζί 8-16 mm  | Ώχρες (O) % κ.β. κονίας | Εργασιμότητα (mm)  |                         |                   |
| Κωδικός                                                                                                                                                                         |         |                     |                     |          |                          |                        |                  |                         |                    |                         |                   |
| AHLP01-Κονίαμα δομής                                                                                                                                                            | 8,75    | 8,75                | 5                   | 7,5      | 45                       | 25                     | -                | 1                       | 155                |                         |                   |
| AHLP02-Κονίαμα πλήρωσης                                                                                                                                                         | 12,5    | 7,5                 | 2,5                 | 2,5      | 0                        | 56,25                  | 18,75            | -                       | 155                |                         |                   |
| Ένεματα % κ. β.                                                                                                                                                                 |         |                     |                     |          |                          |                        |                  |                         |                    |                         |                   |
| Πρώτες ύλες                                                                                                                                                                     |         | Αερική Άσβεστος     |                     |          | Μετακαόλινης             | Πευστοποιητής          | Κύνος Marsch (s) |                         |                    | Εξίδρωση                |                   |
| Ένεμα1                                                                                                                                                                          |         | 60                  |                     |          | 40                       | 1,0                    | 29               |                         |                    | 3,33%                   |                   |
| Κονιάματα Θόλων                                                                                                                                                                 |         |                     |                     |          |                          |                        |                  |                         |                    |                         |                   |
| Πρώτες ύλες                                                                                                                                                                     | NHL 3.5 | Αερική Άσβεστος (L) | Κεραμικό 0-2 mm (P) | Θ.Γ.     | Ασβεστοεική άμμος 0-4 mm | Ποταμίδια άμμος 0-4 mm | Γαρυτζί 8-16 mm  | Μαρμα-πόσκη             | Ίνες ΠΛΠ 12 mm (F) | Ώχρες (O) % κ.β. κονίας | Εργασιμότητα (mm) |
| Κωδικός                                                                                                                                                                         |         |                     |                     |          |                          |                        |                  |                         |                    |                         |                   |
| AHNLHLPF-a Πρώτο στρώμα                                                                                                                                                         | 12,5    | 7,5                 | 2,5                 | 2,5      | 0                        | 56,25                  | 18,75            | -                       | 0.2% κονίας        | -                       | 155               |
| AHNLHLPF-b δεύτερο στρώμα                                                                                                                                                       | 12,5    | 7,5                 | 2,5                 | 7,5      | 45                       | 25                     | -                |                         | 0.2% κονίας        | -                       | 155               |
| AHNLHLMFO Τελική επίστρωση (ΕΘ)                                                                                                                                                 | 25      | -                   | -                   | -        | 56                       |                        | -                | 19                      |                    | 5                       | 155               |
| Θ.Γ.: Θιβατική Γη, ΠΛΠ: πολυπροπυλένιο, Πευστοποιητής: Πολυκαρβοξύλικός αιθέρας, NHL: υδραυλική άσβεστος, L: Αερική Άσβεστος, P: ποζολάνες, F: ίνες, Mr: μαρμαρόσκονη, O: ώχρες |         |                     |                     |          |                          |                        |                  |                         |                    |                         |                   |

Θ.Γ.: Θιβαϊκή Γη, ΠΛΠ: πολυπρωτεϊνικό, Πευτοποιητής: Πολυκαρβοξυλικός αιθέρας, NHL: υδραυλική ασβεστος, L: Αερική Ασβεστος, P: ποζολάνες, F: ίνες, Mr: μαρμαπόσκη, O: ώχρες



Η μεθόδος εφαρμόγης των κοινωμάτων/αρμοδιότητων που προτείνονται, περιγράφεται στα ακόλουθα βήματα :

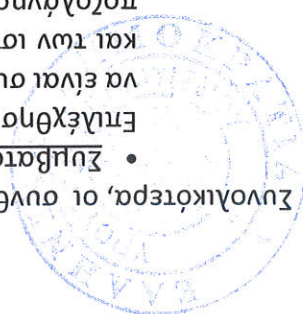
1. Καθάρσιμα των χαλαρών υλικών που βρίσκονται μέσα στον αριμό σε βόθος περίπου 5 εκατοστών, ή και περισσότερο, όπου αυτό είναι δυνατό.
2. Διαβροχή του αριμού και των γύρω λιβών ώστε να αποφευχθεί η απορρόφηση του νερού από το κοινωμά και να επιτευχθεί η καλύτερη δυνατότητα πρόσφυσης με το υπόστρωμα.
3. Εφαρμογή του κοινωμάτος στον αριμό με το χέρι ή με μικρές σπатуλές καλάντζινες, ώστε να διατηρηθεί όσο πιο καθαρό γίνεται το λιβινό δομικό υλικό.
4. "Χτύπηση" ή "συμπύκνωση" του κοινωμάτος μετά την αρχική στερεοποίηση του, αφού ο αριμός έχει λυθεί και οι κοινωμάτες καθαρίζονται από την επιφάνεια του νερού.
5. Σε περίπτωση που ο αριμός ή η περιτοιχία κάλυψης έχει πάχος μεγαλύτερο των 3 εκ, θα πρέπει να προστεθούν στο κοινωμά μικροί λίθοι ή βότσαλα (τζιβίκια), ώστε να αποφευχθεί η δημιουργία ρωγμών λόγω συμπιέσεων.
6. Καθαρισμός των λιβών από τον αριμό με χροτόβουρτσες αμιέως μετά το χτύπημα αφού τα περισσότερα του κοινωμάτος έχουν στεγνώσει και μπορούν να βουρτσιστούν.

#### 2.4.1. Οδηγίες εφαρμογής κοινωμάτων

### 2.3. Περιγραφή εφαρμογής κοινωμάτων

Συνολικά, οι συνθήκες που προτείνονται σχεδιάστηκαν με βάση τα εξής κριτήρια:

- Συμβατότητα ως προς τη φυσικοχημική σύσταση των ισοτοπικών υλικών: Επιλέχθηκαν υδραυλικά κοινωμάτα χωρίς την προσθήκη τσιμεντού, ώστε αυτά να είναι συμβατά ως προς τις φυσικές, χημικές και μηχανικές αντοχές των λιβών και των ισοτοπικών κοινωμάτων. Τα κοινωμάτα αβέστη-υδραυλικής αβέστη-ποζολάνης και υδραυλικής αβέστη έχουν παραμείνουν σταθερά στην υδατοαπορροφητικότητα, το πόρωδες, την πυκνότητα και τη χημική σύσταση με τα ισοτοπικά κοινωμάτα.<sup>15</sup>
- Συμβατότητα ως προς τη μηχανική συμπεριφορά των ισοτοπικών υλικών. Ο στόχος μας είναι να προτείνουμε κοινωμάτα με αντοχές που είναι να μην υποστούν των ισοτοπικών κοινωμάτων και να μην είναι πολύ υψηλότερες αυτών για τη βέλτιστη συμπεριφορά της τοιχοποιίας<sup>16, 17</sup>.
- Διαθεσιμότητα υλικών. Η πρόταση βασίστηκε στην επάρκεια της ελληνικής αγοράς στη διαθεσιμότητα ποιοτικών και αξιόπιστων υλικών που να ελαφρύνουν τις απαιτήσεις ιδιότητες.



[illegible]



Στους καθαρισμούς με βάση το νερό γίνεται χρήση νερού, ατμού ή ακόμη και μικροσταγονιδίων σε διάφορες πιέσεις ανάλογα με την ένταση του καθαρισμού. Είναι αρκετά αποτελεσματική για κρυστάλλους 1-3 mm, ενώ θα πρέπει να επιλέγεται με σύνεση ειδικά σε πορώδη υποστρώματα, όπως αυτά των Νεωρίων.

#### Μέθοδοι με βάση το νερό

Ενδεικτικά αναφέρονται οι παρακάτω μέθοδοι καθαρισμού, ενώ αναλυτικότερα παρουσιάζονται στο κεφάλαιο <sup>18</sup>Surface Cleaning: Implications from Choices & Future Perspectives. Maravelaki P.N., In: Gherardi F., Maravelaki P.N. (eds) 2022, *Conserving Stone Heritage. Cultural Heritage Science, Springer*.

- Ιστορικά/σημαντικότητα της επιδιόρθωσης
- Βαθμός διάβρωσης
- Σύσταση υποστρώματος
- Είδος φθοράς
- Κόστος

Υπάρχουν διάφοροι τύποι καθαρισμού, η επιλογή των οποίων βασίζεται στα εξής κριτήρια:

Επιλέγεται ο κατάλληλος τρόπος καθαρισμού της επιδιόρθωσης από βιολογική φθορά, μύκητες και μολύβα. Είναι σημαντικό πριν τον καθαρισμό να υπαχθεί καλή γνώση τόσο της συστάσης και της κατάστασης του υποστρώματος όσο και των στρωμάτων που πρόκειται να απομακρυνθούν. Ο καθαρισμός θα πρέπει να γίνεται με γνώμονα τη διατήρηση της ιστορικότητας της επιδιόρθωσης, αλλά και της βέλτιστης ανθεκτικότητας της μετά τον καθαρισμό, γεγονός που σημαίνει ότι σε ορισμένες περιπτώσεις η πλήρης αφαίρεση των στρωμάτων και των επικαθίσεων δεν είναι αποδεκτή. Αυτό συμβαίνει, ιδίως στη περίπτωση των πλακών που έχει δημιουργηθεί το χρώμα από αφενός αντιπροσωπεύει την «ιστορία» της επιδιόρθωσης και αφετέρου την προστάζει από τη διάβρωση.

#### Καθαρισμός τοιχοποιίας

Οι τρόποι επέμβασης που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αντιμετώπιση της φθοράς των δομικών υλικών από τα κλιματικά φαινόμενα, υφιστάμενα ή επερχόμενα, δύναται να έχουν προληπτικό, ανασταλτικό ή παρεμβατικό χαρακτήρα.

#### Καθαρισμός

### 3. Προτάσεις επέμβασης για την μείωση των αινομένων φθοράς των δομικών υλικών

Εργαστήριο Υλικών Πολιτιστικής Κληρονομιάς και Σύγχρονης Δόμησης  
Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Πολυτεχνείο Κρήτης  
www.machmob.tuc.gr, email: pmaravelaki@tuc.gr, τηλ 2821037661, 7663  
Διευθυντής : Καθηγήτρια Παιώνια Μαραβέλακη



MachMob  
Materials for  
Cultural Heritage  
& Modern Building









Εργαστήριο Υλικών Πολιτιστικής Κληρονομιάς και Σύγχρονης Δόμησης  
Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Πολυτεχνείο Κρήτης  
[www.machmob.tuc.gr](http://www.machmob.tuc.gr), email: [pmaravelekiki@tuc.gr](mailto:pmaravelekiki@tuc.gr), τηλ 2821037661, 7663  
Διευθύντρια : καθηγήτρια Παιώνα-Νόνη Μαπαβελάκη

MachMob  
Materials for  
Cultural Heritage  
& Modern Building



2. να είναι εύκολο στην χρήση του,
  3. να προσφέρει αδιάβροχοποίηση στο λίθο επιτρέποντας ταυτόχρονα τη διαπνοή,
  4. να μην αλλοιώνει τις αισθητικές παραμέτρους του λίθου.
- Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η στρέψη και αδιάβροχοποίηση των επιφανειών τις προστατεύει εκτός των άλλων και έναντι graffiti καθώς δεν επιτρέπει στη βαφή να προσκολληθεί στην επιφάνεια και να απορροφηθεί. Με βάση τα παραπάνω, για τη συντήρηση και στρέψη των αβεσθόλιθων και των πωρόλιθων προτείνονται νανο-υλικά με βάση το τετρααμοξο-σιλάνιο<sup>19</sup>. Επίσης προτείνεται και η επάλειψη των καθαρσιμένων επιφανειών με εφευρέσιμη αυτό-καθαριζόμενη υμενίνη με φωτοκαταλυτικές ιδιότητες που εξασφαλίζουν:

- Την διάσπαση των οργανικών και βιολογικών ρύπων
- Το μη χρωματισμό των επιφανειών
- Τη διαπνοή του υποστρώματος
- Τη μη μεταβολή των μηχανικών χαρακτηριστικών του υποστρώματος

Ο αυτοκαθαρσιμός που προσφέρουν τέτοιου είδους υλικά επιτυγχάνεται μέσω ενός μηχανισμού όπου η υπερώδης ακτινοβολία δημιουργεί ελεύθερες ρίζες στα μόρια του nano-TiO<sub>2</sub>, στις οποίες επικαθόνται τα υδροξύλια από το νερό που υπάρχει στην επιφάνεια και αυτά με τη σειρά τους ενώνονται με τους οργανικούς ρύπους τους οποίους διασπούν σε διοξείδιο του άνθρακα και νερό. Αυτή η διαδικασία ονομάζεται φωτοκατάλυση. Σημειωτέα, οι έρευνες έχουν εξελίξει παραπάνω τη φωτοκαταλυτική δράση των ημιαγωγών καθιστώντας δυνατό τον αυτοκαθαρσιμό σε πραγματικές συνθήκες μέσω της ηλιακής ακτινοβολίας.

#### 4. Βιβλιογραφία

- 1 Middelndorf, B.; Hughes, J.J.; Callebaut, K.; Baronio, G.; Papayianni, I. Investigative methods for the characterisation of historic mortars—Part 1: Mineralogical characterisation. Mater. Struct. 2005, 38, 761–769. [CrossRef]
- 2 Middelndorf, J.J. Hughes 2, K. Callebaut 3, G. Baronio 4 and I. Papayianni, RILEM TC 167-COM: 'Characterisation of Old Mortars with Respect to their Repair, Investigative methods for the characterisation of historic mortars - Part 2: Chemical characterisation, RILEM TC 167-COM, B. Middelndorf et al. / Materials and Structures 38 (2005) B.
- 3 Borsoi, G.; Santos Silva, A.; Candéias, A.; Mirão, J. Analytical characterization of ancient mortars from the archaeological roman site of Pisões (Beja, Portugal). Constr. Build. Mater. 2019, 204, 597–608



- 4 EN 459-1. (2015). Building lime. Part 1: Definitions, specifications and conformity criteria. European Committee for Standardisation (CEN): Brussels, Belgium.
- 5 CEN EN 15898:2019 Conservation of cultural heritage - Main general terms and definitions  
SIST EN 15898:2020
- 6 EN 1015-3. (2007). Methods of Test for Mortar for Masonry—Part 3. Determination of Consistence of Fresh Mortar (by Flow Table). European Committee for Standardisation (CEN): Brussels, Belgium.
- 7 EN 1015-1. (2007). Methods of Test for Mortar for Masonry—Part 1. Determination of Flexural and Compressive Strength of Hardened Mortars. European Committee for Standardisation (CEN): Brussels, Belgium.
- 8 Christaras, B. (1996, September). Particularities in studying the physical and mechanical properties of stones in monuments. Examples from the Mediterranean basin. In Proceedings of 8th International Congress on Deterioration and Conservation of Stone (Vol. 2, p. 819).
- 9 ASTM C597-16. (2016). Standard Test Method for Pulse Velocity through Concrete. In Annual Book of ASTM Standards, American Society for Testing Materials, Philadelphia.
- 10 Silva, B. A., Pinto, A. F., Gomes, A. (2015). Natural hydraulic lime versus cement for blended lime mortars for restoration works. Construction and Building Materials, 94, 346-360.
- 11 Moropoulou A, Bakolas A, Moundoulas P, Aggelakopoulou E, Anagnostopoulou S. (2005). Strength development and lime reaction in mortars for repairing historic masonries. Cem Concr, 27:289-94.
- 12 EN 15801. (2010). Conservation of Cultural Property-Test Methods-Determination of Water Absorption by Capillarity; European Committee for Standardisation: Brussels, Belgium, 2010.
- 13 Moropoulou A, Bakolas A, Moundoulas P, Aggelakopoulou E, Anagnostopoulou S. (2005). Strength development and lime reaction in mortars for repairing historic masonries. Cem Concr, 27:289-94.
- 14 Silva, B. A., Pinto, A. F., Gomes, A. (2014). Influence of natural hydraulic lime content on the properties of aerial lime-based mortars. Construction and Building Materials, 72, 208-218.
- 15 P. Maravelaki-Kalaitzaki, I. Karatasios, A. Bakolas, V. Kilikoglou, "Hydraulic lime mortars for the restoration of the historic masonry in Crete", Cement and Concrete Research, 35, 2005, pp. 1577-1586.



Εργαστήριο Υλικών Πολιτιστικής Κληρονομιάς και Σύγχρονης Δόμησης  
Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Πολυτεχνείου Κρήτης  
[www.machmob.tuc.gr](http://www.machmob.tuc.gr), email: [pmaravelaki@tuc.gr](mailto:pmaravelaki@tuc.gr), τηλ 2821037661, 7663  
Διευθυντής : Καθηγήτρια Παύλα Μαράβελaki



MACHMOB  
Materials for  
Cultural Heritage  
& Modern Building

- 16 Gameiro A, Santos Silva A, Grilo J et al (2014) Physical and chemical assessment of lime-metakaolin mortars: Influence of binder:aggregate ratio. Cem Concr Comp 45: 264–271.
- 17 P. Maravelaki-Kalaitzaki, A. Bakolas, A. Moropoulou, "Physico-chemical Study of Cretan Ancient Mortars", Cement and Concrete Research, 33/5, 2003, pp. 651-661.
- 18 Gherardi F., Maravelaki P.N. (eds) 2022, *Conserving Stone Heritage*. Cultural Heritage Science, Springer

- 19 Kapridaki C, Verganelaki A, Dimitriadou P, Maravelaki-Kalaitzaki P. Conservation of Monuments by a Three-ayered Compatible Treatment of TEOS-Nano-Calcium Oxalate Consolidant and TEOS-PDMS TiO<sub>2</sub> Hydrophobic/Photoactive Hybrid Nanomaterials. Materials. 2018; 11(5):684. <https://doi.org/10.3390/ma11050684>



